

บทที่ 2

ลักษณะและคุณสมบัติมูลฐานของอัมมะธาตุ : มวลสาร พลังงาน

เป็นที่ทราบกันดีว่า เอกภพ หรือจักรวาล คือที่รวมของสรรพสิ่งที่ใหญ่ที่สุด ไร้ขอบเขต ไม่เคยสงบนิ่ง. เอกภพเป็นห้วงอวกาศที่เต็มไปด้วยดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ หลุมดำ สสารพลังงาน รวมกันมากมายเป็นจำนวนอนันต์ ทั้งขนาดปริมาณ ปริมาตร และพลังงานที่สะสมอยู่. เอกภพ กำเนิดมาจากสารที่มีคุณสมบัติอย่างเดียวกัน ภายใต้แรงกดดันที่มีค่าเป็นอนันต์. จากนั้นเกิดการวิวัฒนาการ ขนาด มวล พลังงาน ทั้งส่วนที่เป็นวัตถุธาตุและจิตธาตุ. วิทยาศาสตร์ มุ่งศึกษาประวัติความเป็นมาเฉพาะส่วนที่เป็นวัตถุธาตุเท่านั้น ในขณะที่ พุทธศาสน์ มุ่งศึกษาส่วนที่เป็นจิตธาตุเป็นส่วนใหญ่ และศึกษาส่วนที่เป็นธาตุสสารเป็นส่วนน้อย. พุทธศาสน์ มองว่าการก่อเกิดและการวิวัฒนาการของเอกภพทั้งมวล อยู่ภายใต้ระบบธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุด เรียกว่า **สังขตธรรม** กับ **อสังขตธรรม**. สรรพสิ่งที่อยู่ภายใต้สองระบบนี้ เรียกรวมกันว่า “อัมมะธาตุ”. ในหนังสือเล่มนี้ ได้จำแนกอัมมะธาตุ ตามลักษณะ คุณสมบัติ และอาการ ออกเป็น หรือ 7 ลักษณะอาการ หรือ 7 อัมมะธาตุ (สัตตะอัมมะธาตุ) ดังที่จะกล่าวโดยละเอียดต่อไป.

นักวิทยาศาสตร์ จำแนกวัตถุธาตุต่างๆ ในเอกภพ ออกเป็น 2 ประเภท เพื่อการศึกษา คือ ธรรมชาติ *บริสุทธิ* หรือ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และ *ธรรมชาติที่ถูกประยุกต์* หรือ วิทยาศาสตร์ประยุกต์. ในขณะที่ ตถาคต แบ่งธรรมชาติ ทั้งที่เป็นวัตถุธาตุและจิตธาตุ ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ **สังขตลักษณะ** (สังขตธรรม) และ **อสังขตลักษณะ** (อสังขตธรรม). สังขตลักษณะ เป็นธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นจากปัจจัยปรุงแต่ง ภายใต้หลักการที่ว่า เพราะมีสิ่งนี้เป็นปัจจัย (เหตุ) สิ่งนี้จึงเกิดขึ้น (ผล). มีการเกิด มีการเสื่อม และมีความไม่เที่ยงแท้ตลอดเวลา. อสังขตลักษณะ เป็นธรรมชาติที่มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะของ ‘สิ่งหนึ่ง’ ที่ไม่ต้องอาศัยปัจจัยปรุงแต่ง ในการเกิด, สิ่งนั้น มีอยู่ แต่ไม่ปรากฏ การเสื่อม ไม่ปรากฏการแปรปรวน.

วัตถุธาตุ ที่จัดอยู่ในสังขตลักษณะ เรียกว่า **ภูตรูป** หรือ **มหาภูตรูป**, ส่วนที่เป็นจิตธาตุ เรียกว่า **อุปาทายรูป**.¹ ภูตรูป ได้แก่ ปฐวีธาตุ (ดิน) อาโปธาตุ (น้ำ) เตโชธาตุ (ไฟ-อุณหภูมิ) วาโย

¹ ตถาคต ตรัสเกี่ยวกับเรื่องรูป “รูปชนิดใดก็ตาม ทั้งหมดนั้น ชื่อว่า รูป คือ มหาภูตรูปมี 4 และ อุปาทายรูป คือรูปที่อาศัย

ธาตุ (ลม อากาศ) และ อากาสธาตุ (อวกาศ สุญญากาศ) ซึ่งก็คือสสาร พลังงาน ขนาดต่างๆ ตั้งแต่ อะตอม โมเลกุล วัตถุ สิ่งมีชีวิต ไปจนกระทั่ง ดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ดาราจักร และวัตถุต่างๆ ใน ห้วงอวกาศ. อุปาทายรูป ก็คือ วิญญาณธาตุ หรือ จิตธาตุ ทั้งหมด. เช่น ผัสสะ เวทนา สัญญา สังขาร วิญญาณ อินทรีย์ นีวรณ สัมผัส กิเลส ตัณหา อุปาทาน ฯลฯ

สรรพสิ่งอุบัติขึ้นภายใต้หลักแห่งสังขตธรรม จะมีคุณลักษณะและอาการพื้นฐานทาง ธรรมชาติ ร่วมกัน 3 ประการ เรียกว่า **สังขตลักษณะ** คือ (1) มีการเกิดปรากฏ (2) มีความเสื่อม ปรากฏ คือมีความไม่เที่ยงแท้ (อนิจจตา) และ (3) เมื่อดำรงอยู่ ก็มีสิ่งอื่นปรากฏ หรือมีความ แปรปรวน ไม่สามารถทนสภาพเดิมได้ (ทุกขตา) และไม่มีตัวตนที่แท้จริง (อนัตตตา). การเกิด การ เสื่อม และการดับสลาย ของสรรพสิ่งดังกล่าว ย่อมมีปัจจัยอื่นเป็นต้นเหตุเสมอ. ปรากฏการณ์ของ สังขตลักษณะ เป็นสิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติเช่นนั้นเป็นธรรมดา (ธัมมัญญิตตา), เป็นกฎตายตัวเช่นนั้น เป็นธรรมดา (ธัมมนิยามตา), เป็นสิ่งที่เคยเป็นอย่างไอก็เป็นอย่างนั้นนั่นเอง (ตถตา), เป็นสิ่งที่ไม่ผิด ไปจากความเป็นอย่างนั้น (อวิตถตา), เป็นสิ่งที่ไม่เป็นไปโดยประการอื่น (อนัญญุตตา), และเป็น ธรรมอันเป็นธรรมชาติ อาศัยกันแล้วเกิดขึ้น (อิทัปปัจจยตา) คือ **‘เมื่อมีสิ่งนี้ เป็นปัจจัยแห่งสิ่งนี้ สิ่ง นี้จึงเกิดขึ้น’** (บาลี – อภ. ตก. 20/576/368., นิทาน. ส. 16/30-61.)

ลักษณะ-สมบัติ 7 ประการ ต่อไปนี้ จะชี้ชัดว่า สรรพสิ่งในเอกภพทั้งหมด คือ ธัมมะธาตุ ซึ่ง เปรียบเสมือนเป็น “ต้นธาตุ ต้นธรรม” อันเป็นหลักการที่พื้นฐานที่สุด ของความจริง. ลักษณะ- สมบัติ 7 ประการ จะอธิบายการเกิด การดำรงอยู่ การเสื่อมสลาย ตลอดจนปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ กล่าวมาทั้งหมดทั้งสิ้น.

- (1) มวล-อนุภาค (mass-particles)
- (2) แรง-คลื่น (force-wave)
- (3) อุณหภูมิ-พลังงาน (temperature-energy)
- (4) มิติ กาลอวกาศ-รูปทรง (dimension and spacetime-form)
- (5) วัฏจักร-อนันต์ (cycle-infinity)
- (6) นามรูป-วิญญาณ-สังขาร (mind and matter-consciousness-corporeality)
- (7) วิมุตติ-นิพพาน (integrity liberation | Nibana)

มหาภูตรูปทั้งสี่” ไว้เพียงเท่านี้ รูปที่อาศัยมหาภูตรูปทั้งสี่ หมายถึง จิตบ้าง มโนบ้าง วิญญาณบ้าง. ดู ขุมทรัพย์จากพระ โขษฐ์ เล่มที่ 1 และ เล่มที่ 3. [ซอฟต์แวร์]. E-Tipitaka v3.0.6, หน้า 110, 359 และ หน้า 1, 453.





การจัดโครงสร้างหมวดหมู่ของสรรพสิ่ง ให้สอดคล้องกับ ลักษณะ-สมบัติของธัมมะธาตุ ทั้ง 7 ข้อ ต่อไปนี้ ผู้เขียนได้นำไปวางไว้ในลำดับของ สังขารธรรม ที่ได้แยกเป็นอีกหมวดหมู่หนึ่ง เพื่อประกอบการอธิบายในหนังสือเล่มนี้. สังขารธรรม (Formative phenomena)^[2] คือการจัดกลุ่ม วรรณะของสรรพสิ่ง จากวรรณะล่างสู่วรรณะบน แบ่งออกเป็น 6 วรรณะ หรือ 6 ระดับชั้น คือ

(1) วัตถุธาตุ (matter | element) ได้แก่ สสารและพลังงานทุกชนิดทุกขนาด ตั้งแต่ อนุภาค อะตอม ธาตุ โมเลกุล เซลล์ วัตถุ ไปจนถึง สุริยะ ดาราจักร และวัตถุทุกชนิดในห้วงอวกาศ. สังขารธรรมระดับนี้ จะมีลักษณะ-สมบัติของธัมมะธาตุ ข้อ 1 – 5 และบางส่วนของ ข้อ 6.

(2) พืช (plantea) ได้แก่ วัตถุที่มีรูปแบบชีวิตที่จำกัด เช่น พืชทุกชนิด ปรสิตต่างๆ และ วัตถุที่มีรูปแบบชีวิตอื่นอาศัยอยู่ เช่น พืชที่มีเห็ดราอาศัยอยู่ (คนธรรพ์). พืช เป็นสังขารธรรม มี ลักษณะ-สมบัติของธัมมะธาตุ เช่นเดียวกับวัตถุธาตุ.

(3) สัตว์ (animality | beast) ได้แก่ สัตว์เดรัจฉาน สัตว์สายพันธุ์ต่างๆ ทั้งที่อยู่ในนิยาม ของนักวิทยาศาสตร์ และตามค่านิยมของศาสนาในศาสนาต่างๆ. ได้แก่ สัตว์ที่ถือกำเนิดบนโลก มนุษย์ และหรือโลกในระบบสุริยะอื่น ในห้วงเวลาต่างๆ กัน. สัตว์กึ่งมนุษย์ สัตว์ที่เกิดในภพภูมิ ออบาย (สัตว์นรก เปต อสุรกาย) สัตว์ที่มีรูปร่างและไม่มีรูปร่าง (โอปปาติกะสัตว์) สัตว์กึ่งเหวดา หรือ สัตว์สวรรค์ เช่น ครุฑ ยักษ์ อสูร วลาห.^[3] สังขารธรรม ที่อยู่ในวรรณะนี้ จะมีลักษณะ-สมบัติ ของธัมมะธาตุ ตั้งแต่ข้อ 1 ถึง ข้อ 5 และข้อ 6 บางส่วน.

(4) มนุษย์ (human being) ได้แก่ มนุษย์ในโลกนี้ทุกเผ่าพันธุ์ หรือมนุษย์โลกในระบบ สุริยะอื่น. มีลักษณะ-สมบัติของธัมมะธาตุ ตั้งแต่ ข้อ 1 ถึงข้อ 6 ประกอบด้วย ร่างกายและจิตใจ (ขันธ-5) ดำรงชีวิตโดยอาศัยพืชและสัตว์ เป็นอาหาร และเป็นที่อาศัย. มนุษย์ เป็นสังขารธรรมที่มีความพิเศษ สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นวรรณะอื่นได้ (มนุษย์ – สัตว์ – เทพ) หลังรอบการตาย เมื่อได้ชีวิตในรอบใหม่. เปตวิสัย จัดเป็นสัตว์นรกกึ่งมนุษย์. พระพุทธเจ้า แบ่งวรรณะของมนุษย์

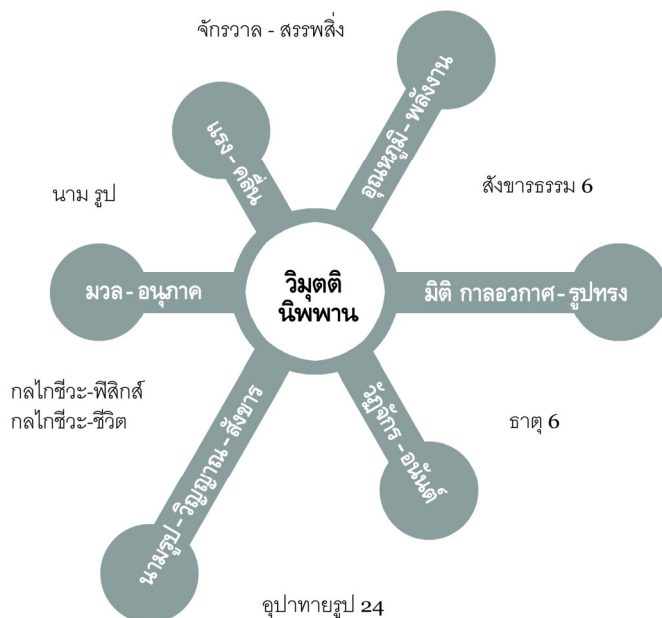
² สังขารธรรม ทั้ง 6 วรรณะ มาจากสิ่งที่ตถาคตเรียกว่า สัตว์ (สัตว์). สัตว์ มีลักษณะและคุณสมบัติ (อรรถาธิบายอย่าง) 3 ชนิด คือ (1) พวกมีกายชนิดหยาบ จะได้ร่างกายที่มีรูป ดิน น้ำ ไฟ ลม ซึ่งต้องบริโภคอาหาร (กาวฬิงการาหาร) (2) พวกมีกายชนิดสำเร็จด้วยใจ จะได้ร่างกายที่มีรูป สำเร็จด้วยใจ มีอวัยวะน้อยใหญ่ครบถ้วน มีอินทรีย์ไม่บกพร่อง (3) พวกชนิดไม่มีรูป คือ อตถาอันหารูปมิได้ สำเร็จด้วยสัญญา (ความจำได้ หมายถึง). กายชนิดแรก ตรงกับ สังขารธรรม ระดับพืช สัตว์ รวมมนุษย์ด้วย พวกมีกายชนิดที่สองและสาม ก็คือสังขารธรรม ระดับเทพ และธัมมะ-อสังขตะ. ดู อริยสัจจากพระโอษฐ์ 1. [ขอพดฺวาร์]. E-Tipitaka v3.0.6, หน้า 65-66.

³ สัตว์สวรรค์ จัดเป็นเหวดาฝ่ายเลวจำพวกหนึ่ง มีหลายเผ่าพันธุ์ ได้แก่ ครุฑ ยักษ์ วลาห กุมภพันธ อสูร. คนธรรพ์ เป็น สิ่งมีชีวิตกึ่งเหวดา กึ่งมนุษย์ (อสูร กับ ยักษ์ จัดอยู่ในกลุ่ม มาร หรือ เหวดาเลว). นาค เป็นสิ่งมีชีวิตกึ่งสัตว์ กึ่งมนุษย์.

ตามภูมิของจิตวิญญาณไว้เป็นสองพวก คือ พวกปุณฺณ กับ พวกอริยบุคคล, ปุณฺณ ดำรงชีวิตสูงกว่า สัตว์ และสูงกว่าเปรต แต่ต่ำกว่าอริยบุคคล. พวกอริยบุคคล แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ โสตาบัน สกทาคามี อนาคามี และ อรหันต์. มนุษย์ระดับอริยบุคคลเท่านั้น ที่สามารถเลื่อนระดับ ลักษณะ-สมบัติของ ธรรมะธาตุเป็น วิมุตติ-นิพพาน ได้.

(5) เทพ (God | super human) เป็นมนุษย์อีกพวกหนึ่ง แต่ไม่ต้องอาศัยร่างกายแบบ มนุษย์โลก แต่สามารถมีร่างกายพิเศษ (สำเร็จด้วยใจ). มีถิ่นที่อยู่อาศัยในภพภูมิชั้นกามภพ รูปภพ อรูปภพ ซึ่งแบ่งแยกย่อยได้อีกมากมาย ได้แก่ เทวดา และ พรหม. เทพ มีองค์ประกอบเพียง 4 ชั้น (เวทนา สัญญา สังขาร วิญญาณ). สังขารธรรมวรรณะนี้ เป็นผู้ที่มีลักษณะ-สมบัติของธรรมะธาตุ ตั้งแต่ ข้อ 5 (วิจกร-อนันต์) ข้อ 6 (นามรูป-วิญญาณ-สังขาร) และสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นถึง ระดับ วิมุตติ-นิพพาน ได้เช่นเดียวกับมนุษย์.

(6) ธรรมะ-อสังขตะ (the unconditioned to appear) ได้แก่ มนุษย์ หรือเทวดา ผู้ได้ ลักษณะ-สมบัติ วิมุตติ-นิพพาน ครบถ้วน บรรลุธรรมเป็นพระอรหันต์. เมื่อยังมีชีวิตอยู่ ยังคงดำรง สถานะ ลักษณะ-สมบัติของธรรมะธาตุ ครบทุกข้อ. ดังนั้น ธรรมะ-อสังขตะ จึงเป็นสังขารธรรมที่มี วรรณะสูงสุด มีความสมบูรณ์ที่สุด และเป็นอมตะ ไม่เกิด ไม่เสื่อม ไม่ตาย. มีเพียงมนุษย์โลก และ เทพ เท่านั้น ที่สามารถเปลี่ยนสถานะตนเองไปสู่ ธรรมะ-อสังขตะ ได้.



ภาพที่ 2.01 สัตตะธรรมะธาตุ (ธรรมะธาตุ 7) ปรากฏการณ์ สัมบูรณ์ของสรรพสิ่ง :
สังขตธรรม - ความจริงสมมุติ
อสังขตธรรม - ความจริงปรมาตม.





ตารางที่ 2.01 ความสัมพันธ์ระหว่าง ัฒมะธาตุ กับ ลักษณะ-สมบัติ 7 ประการ

กลุ่ม	ัฒมะธาตุ ในจักรวาลทั้งหมด	ลักษณะ-สมบัติ 7 ประการ ของัฒมะธาตุ						
		มวล-อนุภาค	แรง-คลื่น	อุณหภูมิ-พลังงาน	มิติ กาลอวกาศ-รูปทรง	วัฏจักร-อนันต์	นามรูป-วิญญาน-สังขาร	วิมุติ-นิพพาน
ธาตุ 6	ปฐวีธาตุ (ดิน) - ของแข็ง	+	+	+	+	+		
	อาโปธาตุ (น้ำ) - ของเหลว	+	+	+	+	+		
	เตโชธาตุ (ไฟ) - พลังงาน	+	+	+	+	+		
	วาโยธาตุ (ลม) - ก๊าซ	+	+	+	+	+		
	กาสธาตุ - อวกาศ	+	+	+	+	+		
	วิญญานธาตุ - จิต		+	+	+	+	+	+
ชั้น-5	รูปชั้น	+	+	+	+	+	+	
	เวทนาชั้น					+	+	
	สัญญาชั้น					+	+	
	สังขารชั้น					+	+	
	วิญญานชั้น					+	+	
สังขารธรรม 6	วัตถุธาตุ	+	+	+	+	+		
	พีชะ	+	+	+	+	+		
	สัตว์	+	+	+	+	+		
	มนุษย์	+	+	+	+	+	+	+
	เทวดา พรหม		+	+	+	+	+	+
	ัฒมะ-อสังขตะ						+	+

หมายเหตุ การจัดกลุ่มัฒมะธาตุ เพื่อเชื่อมโยงคุณสมบัติแบบวิทยาศาสตร์ และคุณสมบัติแบบพุทธศาสตร์ เครื่องหมาย + คือสมบัติที่เข้ากันได้ ช่องว่าง คือคุณสมบัติที่เข้ากันได้บางส่วน.

2.1 มวล-อนุภาค (mass-particles)

มวล อนุภาค จัดเป็นสมบัติพื้นฐานของ สสาร และสารทุกชนิดในเอกภพ. ก่อนอื่น เรามาทำความเข้าใจ พื้นฐานของสสารกันก่อน. สสาร (**matter**) หมายถึงสิ่งที่มีมวล ต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้โดยประสาทสัมผัส เช่น ดิน น้ำ อากาศ ฯลฯ ภายใน สสารเป็นเนื้อของสสาร เรียกว่า สาร (**substance**). สาร ก็คือ สสารที่นักวิทยาศาสตร์ ค้นพบและกำหนดคุณสมบัติ. นอกจากนี้ ยังมี สารที่มีสถานะภาวะของไหล สสารสมมาตร สสารยิ่งยวด สถานะควอนตัม สถานะนิวโตรเนียม (**neutronium**) หรือแม้กระทั่ง สถานะสสารประหลาด ซึ่งไม่รู้ว่าจะจัดให้มันอยู่ในกลุ่มใด ก็เรียกสถานะนี้ไปก่อน. สถานะเหล่านี้ของสาร มักไม่เป็นที่รู้จักของคนทั่วไป จึงไม่ค่อยถูกเอ่ยชื่อบ่อยนัก.

ภายใต้กฎของอุณหพลศาสตร์ สสารมีทั้งหมด 5 สถานะ.^[4] คือ (1) พลาสมา (**plasma**) เกิดขึ้นในภาวะอุณหภูมิร้อนจัด จนกระทั่งเกิดการฉีกกระชากอะตอม กลายเป็นหน่วยย่อยที่เล็กกว่าอะตอม. (2) ก๊าซ (**gas**) ภาวะที่อะตอมของสสาร อยู่กระจัดกระจายกัน ไม่จัดเรียงเป็นรูปแบบที่ชัดเจน. (3) ของเหลว (**liquid**) ภายใต้อุณหภูมิที่ลดลงระดับหนึ่ง ทำให้อะตอมอยู่ใกล้ชิดกัน แต่ก็ยังไม่มีรูปแบบที่เป็นระเบียบมากนัก. (4) ของแข็ง (**solid**) ภาวะที่อะตอมของสสาร อยู่อัดแน่น และมีรูปแบบตายตัว. (5) สารเยือกแข็ง โบส-ไอน์สไตน์ (**Bose-Einstein**).^[5] มีภาวะตรงข้ามกับพลาสมา. เกิดจากความเย็นยิ่งยวดใกล้ศูนย์องศาสัมบูรณ์ ทำให้อะตอมนับล้านตัว เกาะกลุ่มอัดตัวกันแน่น ในสถานะพลังงานต่ำ จนกลายเป็นสสารเดี่ยวที่สังเกตได้ เรียกว่า ซูเปอร์อะตอม. นักวิทยาศาสตร์ จัดอยู่ในกลุ่ม สสารประหลาด (**strange matter**).

ธาตุ (**element**) เป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอะตอม เพียงชนิดเดียว เช่น คาร์บอน (C) กำมะถัน (S₈) เป็นต้น. ถ้าหากมีธาตุ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปรวมกัน โดยมีอัตราส่วนคงที่แน่นอน

4 SCIENCE ILLUSTRATED. ฉบับที่ 96. June 2019, หน้า 35.

5 สารเยือกแข็ง โบส-ไอน์สไตน์ (Bose-Einstein condensate : BEC) มาจากคำทำนายของ ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) และ สัตยเอนทระ นาถ โบส (Satyendra Nath Bose). เขาได้ทำนายไว้ใน ค.ศ. 1925 ว่าสารเยือกแข็งชนิดนี้ มีอยู่จริง. จนกระทั่งมีผู้ค้นพบสารเย็นยิ่งยวดนี้ได้ คือ โวล์ฟกัง เคทเทิล (Wolfgang Ketterle) แห่งสถาบัน M.I.T. โดยเขาได้สร้างภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดในโลกได้แล้ว คือ 4.5×10^{-10} องศา C เหนือ 0 kelvin เมื่อปี ค.ศ. 2003. และกลุ่มวิจัยของ เลเน เวสเตอร์การ์ด ฮาว (Lene Vestergaard Hau) ที่มหาวิทยาลัยฮาร์เวิร์ด (Harvard) ก็ได้ค้นพบสารชนิดนี้เช่นเดียวกัน. ฮาว ยังค้นพบอีกว่า แสงเลเซอร์ จะวิ่งช้าลงเมื่อถูกยิงเข้าไปใน BEC และหยุดลง. นอกจากนี้ กลุ่มของนักฟิสิกส์ชาวฟินแลนด์, จูฮา ทูโอรีเนียมิ (Juha Tuoriniemi) ก็สามารถลดอุณหภูมิของอะตอมโรเดียม (rhodium) ได้ถึง 1.0×10^{-10} องศา C เหนือ 0 kelvin โดยใช้สนามแม่เหล็ก. ดู Tom Shactman. (2008). "The Coldest Place in the Universe." วารสาร **Smithsonian**, January 2008. [online]. <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-coldest-place-in-the-universe-8121922/>





เรียกว่า สารประกอบ (compound substance). แต่ถ้านำสาร ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มาผสมกัน โดยไม่จำกัดส่วนผสมหรือมีส่วนผสมไม่แน่นอน และการผสมกันนั้น ไม่มีปฏิกิริยาใดๆ เกิดขึ้น จาก การผสมกันนั้น ก็เรียกว่า ของผสม (mixture). ของผสม แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ สารละลาย (solution substance) สารแขวนลอย (suspension substance) และ คอลลอยด์ (colloid). สาร เปลี่ยนแปลงสถานะได้ คือ การระเหย การระเหิด การควบแข็ง การควบแน่น การแข็งตัว การเยือกแข็ง และการหลอมเหลว หรือการละลาย. ทั้งหมดนี้ คือ ข้อสรุปในการนิยามคำว่า สาร และสถานะสาร.

การค้นหาคำความจริง เกี่ยวกับมวลของวัตถุธาตุ-สาร ที่มีขนาดเล็กระดับอะตอม และที่มี ขนาดใหญ่ระดับสุริยะ ดาราจักร เป็นเรื่องยาก เพราะอยู่เหนือการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสของ มนุษย์. นักวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้ากันในสถานที่ทดลอง ภายใต้วิธีและกฎเกณฑ์ ทางด้านฟิสิกส์ เช่น กฎฟิสิกส์แบบนิวโทเนียน (Newtonian laws of physics), หลักสัมพัทธ ภาพ (principle of relativity) หลักความสัมบูรณ์ของความเร็วแสง (principle of absoluteness of the speed of light) กฎแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ (Maxwell's laws of electromagnetism) หลักสัมพัทธภาพพิเศษ (special relativity) หลักสัมพัทธภาพทั่วไป (general relativity) กล ศาสตร์ควอนตัมแบบใหม่ (new quantum mechanics).

แม้นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์ จะคิดค้นประดิษฐ์ กฎเกณฑ์ฟิสิกส์ขึ้นมามากมายเพียงใด แต่ การศึกษาค้นคว้าทดลอง ก็ประสบปัญหาอยู่ดี. เมื่อการศึกษาลงลึกไปถึงสิ่งที่เล็กละเอียดระดับ อนุภาค เช่น แสง ซึ่งประพฤติตัวเป็นได้ทั้งอนุภาคและคลื่นในเวลาเดียวกัน และอนุภาคบางตัว อยู่ ในสถานที่สองแห่งได้ในเวลาเดียวกัน. นักวิทยาศาสตร์จึงสร้างกฎเกณฑ์มารองรับความแปลก ประหลาดเหล่านี้ เช่น หลักของความไม่แน่นอน (uncertainty principle) หลักการกีดกันของ เพาลี เป็นต้น. มีข้อจำกัดเกิดขึ้นมากมาย ในการวัด พื้นที่ ความยาว และเวลา ของวัตถุขนาดเล็ก กว่าอะตอม และใหญ่ระดับเอกภพ อันเกิดจากการวิปริตของอิเล็กตรอน (electron degeneracy) ปัญหาการบิดงอของอวกาศ ที่ส่งผลกระทบต่ เส้นลวดจักรวาล (cosmic string) ซึ่งเป็นเส้นลวด สมมุติ ขนาด 1 มิติ เป็นต้น. เนื่องจากขนาดของวัตถุที่ศึกษา เล็กและใหญ่เกินไป ทำให้เกิดข้อ สันนิษฐานมากมาย ทั้งที่เป็นข้อยุติแล้วและยังไม่ยุติ เกี่ยวกับสถานะ การอุบัติ และอายุขัยของมัน รวมทั้งกฎของฟิสิกส์ที่ควบคุมมัน.

ก่อนหน้า ปี ค.ศ. 1900 วิทยาศาสตร์ ยังอยู่ภายใต้คำอธิบาย ในกรอบอ้างอิงระดับโลก ซึ่ง ได้รับอิทธิพลมาจาก ทฤษฎีนิวโทเนียน (หลักกลศาสตร์ของนิวตัน) และทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า ของ แมกซ์ เวลล์. นับเป็นฟิสิกส์ยุคเก่า ที่มุ่งอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ของวัตถุนบนโลกมนุษย์ ที่ มีขนาดใหญ่สังเกตได้ และเคลื่อนที่ช้า เช่น ความร้อน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การสั่น การถ่ายเท

พลังงาน. แต่เมื่อเวลาผ่านไป การศึกษาพฤติกรรมของวัตถุขนาดเล็กระดับอะตอม และวัตถุขนาดใหญ่ระดับดาวฤกษ์ หลุมดำ ก็เกิดปัญหามากมายตามมา. เพราะทฤษฎีดั้งเดิมไม่สามารถอธิบายได้. จำเป็นต้องคิดค้นทฤษฎีใหม่ๆ มาใช้อธิบาย ทำให้ข้อสันนิษฐานต่างๆ ได้รับความกระจ่างมากขึ้นเรื่อยๆ อันเป็นการก้าวเข้าสู่ยุคใหม่ของฟิสิกส์.

ฟิสิกส์ยุคใหม่ มุ่งเน้นอธิบายพฤติกรรมของอนุภาคสสาร เช่น นิวตริโน โฟตอน และอนุภาคสื่อแรงชนิดต่างๆ เช่น อนุภาคความโน้มถ่วง อนุภาคโบซอน เป็นต้น. การแปรเปลี่ยน ของ มวล พลังงาน เวลา และความเร็วแสง ในกาลอวกาศ (spacetime) ที่มีมากกว่า 3 มิติ จำเป็นต้องใช้ ทฤษฎีควอนตัม (quantum theory) และ หลักสัมพัทธภาพ (principle of relativity) ของ ไอน์สไตน์ มาอธิบาย. สสาร ที่มีอัตราเร่งที่มีความเร็วเท่ากับความเร็วแสง มวล จะเปลี่ยนเป็น พลังงาน ($E = mc^2$ โดย E คือ พลังงาน, m คือ มวลของวัตถุ และ c คือ อัตราความเร็วแสง, อัตราความเร็วของแสง ในสุญญากาศ มีค่าเท่ากับ 3×10^8 เมตรต่อวินาที หรือ 299,792,458 เมตรต่อวินาที หรือราว 1.079 พันล้านกิโลเมตรต่อชั่วโมง).^[6]

• เครื่องหมายยกกำลัง (power notation)

เครื่องหมายยกกำลัง ที่ใช้ในหนังสือเล่มนี้ เพื่ออธิบายตัวเลข ที่มีหน่วยนับจำนวน มาก และมีหน่วยนับจำนวนน้อยมากๆ. เช่น 5×10^6 หมายถึง 5,000,000 (ห้า ล้าน) และ 5×10^{-6} หมายถึง ห้าในหนึ่งล้าน หรือ 0.000005 โดยทั่วไป เลขยกกำลังของ 10 จะเป็นการเลื่อนจุด ในชุดตัวเลขนั้น เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน การใช้เครื่องหมายทศนิยม. ดังนั้น 5×10^6 ก็คือ การนำเลข 5 (5.00000000) มา แล้วเลื่อนจุดตามแบบทศนิยม ไปทางขวา หกตำแหน่ง ผลลัพธ์จึงเป็น 5000000.00 หรือใส่เครื่องหมาย , ระบุหน่วยนับก็ได้ 5,000,000.00 คล้ายๆ กับการนำเลขมา แล้วเลื่อนจุดตามแบบทศนิยม ไปทางซ้าย หกตำแหน่ง ผลที่ได้ คือ 0.000005

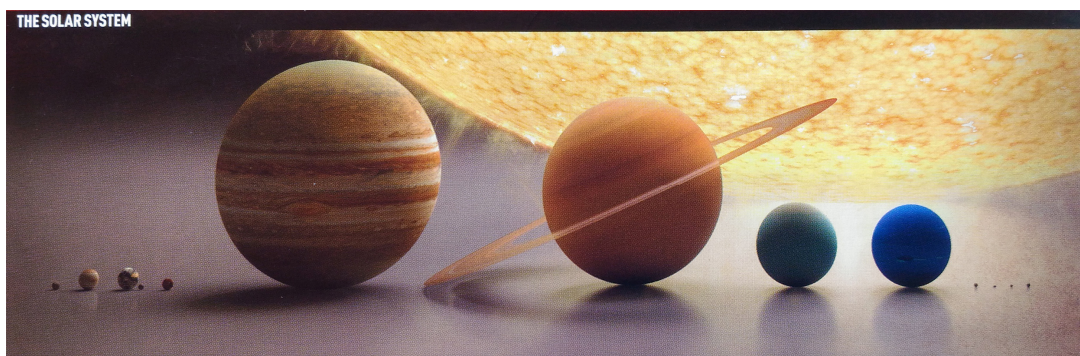
⁶ อัตราเร็วของแสง มีลักษณะพิเศษ คือ ไม่ว่าผู้สังเกต จะเคลื่อนที่หรือหยุดนิ่ง ไม่ว่าจะอยู่ในสถานที่ใด ด้วยเงื่อนไขใด อัตราเร็วของแสง ที่ผู้สังเกตคนนั้นวัดได้ จะเท่าเดิมเสมอ. การวัดอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ เป็นแค่ “นิยาม” ไม่ใช่ การวัดจริงๆ. คำว่า “เมตร” (ของแสง) หมายถึง ระยะทางที่แสงเดินทางในสุญญากาศ ในเวลา $1/299,792,458$ วินาที = “วินาทีแสง” คือ แสงเดินทางได้ 299,792,458 เมตร ใน 1 วินาที. การนิยามค่านี้ ถูกนำไปใช้ในสัดส่วน เตือนแสง และ ปีแสง ของระยะทางในระบบสุริยะ ดาราจักร และ เอกภพ.





เนบิวลา NGC 6357 ในหมู่ดาวแมงป่องเป็นกระจุกของกระจุกดาวที่มีดาวฤกษ์เกิดใหม่มากมาย ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่ในกระจุกดาวเหล่านี้เป็นดาวฤกษ์อายุน้อย แสงของดาวส่องกระทบมวลก๊าซรอบๆ ทำให้เห็นเป็นแสงเรืองพราวพรายตระการตา

ภาพที่ 2.02 ดาวฤกษ์ ระบบสุริยะ ที่เกิดใหม่ ยังมีอยู่ในปัจจุบัน
(ภาพจาก : SCIENCE ILLUSTRATED - October No.76/2017)



ภาพที่ 2.03 เปรียบเทียบสัดส่วน ขนาด และมวล ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะของเรา
(ภาพจาก : SCIENCE ILLUSTRATED - February No.92/2019)

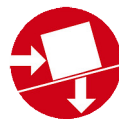
2.1.1 ฟิสิกส์ของอะตอม และ มวลของสุริยะ-ดาราจักร

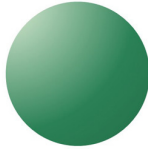
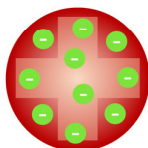
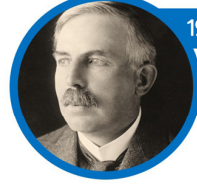
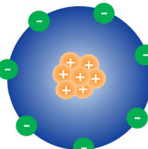
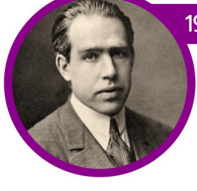
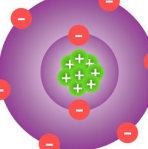
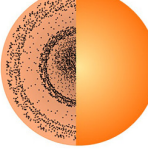
มวล-อนุภาค เป็นคุณสมบัติวัตถุธาตุ-สสาร ตั้งแต่แรกเกิด ไปจนกระทั่งดับสลายไป หรือ เปลี่ยนสถานะไป. วัตถุธาตุทุกชนิดทุกประเภทในเอกภพ ประกอบขึ้นจากอนุภาคขนาดเล็ก เรียกว่า อะตอม (atom). อะตอม เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ของสสารทุกชนิด ที่ประกอบขึ้นเป็นวัตถุที่มีรูปร่าง. แบบจำลองของอะตอม มีความซับซ้อน เนื่องจากมีขนาดเล็ก จึงจำเป็นต้องอาศัยการอนุมานโครงสร้าง ให้ใกล้เคียงความจริงที่สุด. โดยอาศัยทฤษฎีควอนตัม มาอธิบาย เช่น การเกิดขึ้นของสเปกตรัมของแสง ที่เปล่งออกมาจากอะตอม และการแผ่รังสีต่างๆ การดูดกลืน และการปลดปล่อยพลังงานของอนุภาคของแสง ที่เรียกว่า โฟตอน (photon) ออกจากอะตอม. โฟตอน ก็คือรังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบอื่น เช่น คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด อัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา. โฟตอน นับเป็นอนุภาคที่มีความแปลกพิสดาร เพราะมีคุณสมบัติคู่ ของการเป็นอนุภาคก็ได้ คลื่นก็ได้ และจะมีความสัมพันธ์กับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเสมอ.

โครงสร้างพื้นฐานของอะตอม ประกอบด้วย อนุภาคมูลฐาน (elementary particle) ที่มีขนาดเล็กลงไปอีก เรียกว่า นิวตรอน โปรตรอน และ อิเล็กตรอน. อนุภาคมูลฐานเหล่านี้ ไม่ได้อยู่อย่างโดดเดี่ยว แต่จะผลึกซึ่งกันและกัน และที่ทำให้นิวตรอนและโปรตรอน ของแต่ละอะตอม เกาะกลุ่มรวมกันเป็น องค์ประกอบของ นิวเคลียส (nucleus – แกนของอะตอม ที่มีความหนาแน่นสูง) เพราะมันถูกตรึงไว้ด้วย แรงนิวเคลียร์ ซึ่งเป็นแรงขนาดเข้มข้นสูงมาก. โปรตรอน มีประจุไฟฟ้าบวก นิวตรอน มีประจุไฟฟ้าเป็นกลาง และเมฆอิเล็กตรอน ที่หุ้มอยู่โดยรอบ มีประจุไฟฟ้าลบ. แรงไฟฟ้า ทำหน้าที่ตรึงเมฆอิเล็กตรอน ให้โคจรรอบนิวเคลียส ด้วยระยะห่างที่แคบมาก ๆ (ขนาดของ อะตอม เท่ากับ 10^{-10} เมตร).⁷ อะตอมของธาตุแต่ละชนิด จะมีจำนวนอนุภาคมูลฐาน ไม่เท่ากัน เช่น ธาตุออกซิเจน (O) มีจำนวนโปรตรอน 8 อนุภาค, ออกซิเจน -2 อนุภาค (อิเล็กตรอน มากกว่า โปรตรอน 2 อนุภาค), อิเล็กตรอน $8 + 2 = 10$ อนุภาค และ นิวตรอน $= 16 - 8 = 8$ อนุภาค. การดำรงอยู่ของอะตอม มันไม่ได้อยู่นิ่งๆ แต่จะมีแรงธรรมชาติอื่นๆ (แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์อย่างอ่อน อย่างเข้ม) มากระทำต่อมัน ตลอดเวลา.

⁷ มวลของโปรตรอน (m_p) มีค่าเท่ากับ 1.0073 u มวลของนิวตรอน (m_n) มีค่าเท่ากับ 1.0087 u โดยที่ 1 u มีค่าเท่ากับ 1.6605×10^{-27} กิโลกรัม และ มวลของอิเล็กตรอน (m_e) มีค่าเท่ากับ 9.1×10^{-31} กิโลกรัม ซึ่งเบากว่า มวลของโปรตรอน และ นิวตรอน รวมกันถึง 1,800 เท่า.





 1803	BORN 6 SEP 1766 DIED 27 JUL 1844	 MODEL	ทรงกลมตัน แบบจำลองอะตอมของดอลตันมีลักษณะเป็นทรงกลมตันขนาดเล็กมาก ภายในว่างเปล่าไม่มีอนุภาคอื่นและไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก
 1904	BORN 18 DEC 1856 DIED 30 AUG 1940	 MODEL	ประจุบวกกับประจุลบ อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอมที่มีลักษณะคล้ายเนื้อแฉกโมที่เป็นประจุบวก และมีเมล็ดที่เป็นประจุลบกระจายอยู่รอบๆ โดยประจุทั้งสองจะเท่ากันทำให้อะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า
 1911	BORN 30 AUG 1871 DIED 19 OCT 1937	 MODEL	นิวเคลียส อะตอมประกอบด้วยโปรตอนซึ่งมีประจุบวกรวมกันอยู่ตรงกลางอย่างหนาแน่นเรียกว่า "นิวเคลียส" ส่วนอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบเคลื่อนที่อยู่อย่างกระจัดกระจายรอบๆ นิวเคลียส
 1913	BORN 7 OCT 1885 DIED 18 NOV 1962	 MODEL	ระดับชั้นพลังงาน ลักษณะคล้ายกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด แต่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงโคจรในแต่ละระดับพลังงานเหมือนการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์
 1926	BORN 12 AUG 1887 DIED 4 JAN 1961	 MODEL	กลุ่มหมอกอิเล็กตรอน e^- ในแต่ละระดับพลังงานเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลาจึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้ บอกได้เพียงโอกาสที่พบ e^- เท่านั้น โดยบริเวณที่กลุ่มหมอกหนาที่บ่งชี้โอกาสพบ e^- ได้มากกว่า

ภาพที่ 2.04 วิวัฒนาการของความเข้าใจ โครงสร้างภายในอะตอม (Atomic models)

(ภาพจาก : <https://chemiis.files.wordpress.com/2016/06/16/inorganic-atomic-model/>

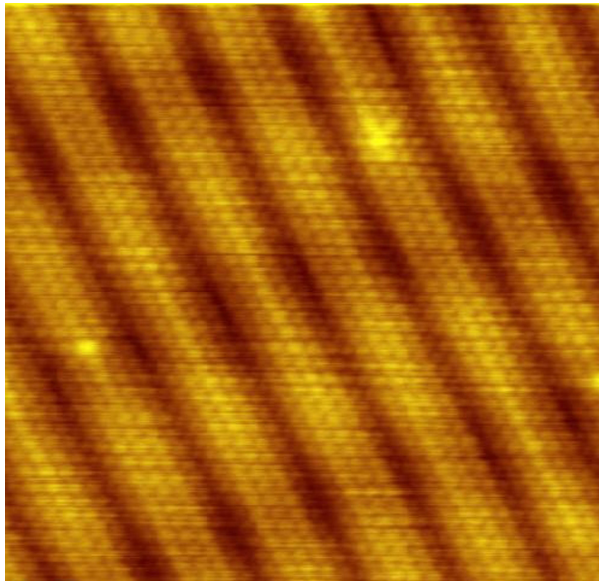
- 16 June 2016)

โครงสร้างภายในของอะตอม ^[8]

เออร์วิน ชโรดิงเจอร์ (Ervin Schrodinger: 1887 - 1961 A.D.) ค้นพบว่า อะตอม ประกอบด้วยอิเล็กตรอน ที่มีความเล็กละเอียดมาก รวมอยู่กันเป็นกลุ่ม **เมฆอิเล็กตรอน** ห่อหุ้ม นิวเคลียส ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของอะตอม. เมฆอิเล็กตรอน มีขนาดประมาณ 10^{-8} เซนติเมตร (ประมาณ 1 ในล้าน ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์) นิวเคลียส มีขนาด 10^{-13} เซนติเมตร คือเล็กกว่าเมฆอิเล็กตรอนรวมกัน 100,000 เท่า และมีมวลมากกว่าหลายพันเท่าของ เมฆอิเล็กตรอน. ซึ่งพอจะเปรียบเทียบได้ว่า ถ้าเมฆอิเล็กตรอนทั้งก้อน เท่ากับดาวโลก นิวเคลียสจะมีขนาดประมาณ หนึ่งสนามฟุตบอล. อิเล็กตรอนแต่ละตัว จะมีประจุไฟฟ้าลบ และถูกตรึงไว้ในเมฆของมัน ด้วยแรงดึงดูดจากประจุไฟฟ้าบวกของนิวเคลียส. แต่แรงดึงดูดนี้ไม่ทำให้มันตกลงไปในนิวเคลียส เพราะมีแรงอีกชนิดหนึ่งต้านไว้. แรงชนิดนี้เกิดจาก ตัวอิเล็กตรอนเอง ที่อยู่อย่างเบียดเสียดกัน ทำให้เกิดความโกลาหล ดันรน (ล้น) และเกิดความร้อน. การดันรน หรือการสั่นสร้างแรงชนิดหนึ่งขึ้นมา เรียกว่า *ความดันสภาพซ้อนสถานะ* หรือ *ความต้านทานต่อความกด* รวมกับความร้อนที่เกิดจากการสั่น ทำให้เกิดการต่อต้านแรงดึงดูดอันทรงพลังของนิวเคลียส. อุปมาเหมือนสังคมสัตว์ ที่ผู้นำฝูงพยายามควบคุมให้สมาชิกอยู่รวมกันได้เป็นหมู่ แต่สมาชิกเมื่ออยู่รวมกันมากๆ ย่อมเกิดการขัดแย้งอึดอัด ต้องการออกไปจากฝูง. แต่ความกลัวภัยอันตราย จากภายนอก และการอดอาหาร ก่อให้เกิดแรงโน้มถ่วงใจ ให้จำเป็นต้องอยู่รวมในฝูงต่อไป. แต่ถ้าไม่มีผู้นำฝูง สัตว์หมู่นั้นก็จะสลายตัวไป, ธรรมชาติจะรักษาสถานะของหมู่ด้วยการ เลือกผู้นำฝูงขึ้นมาแทนที่. ดุจเดียวกับนิวเคลียสที่จะไม่มีวันสลายไป นอกจากจะนำมันเข้าสู่กระบวนการ ทำลายโครงสร้างอะตอมด้วยสูตร $E=Mc^2$

⁸ อธิบายโดย ศีพ ธอร์น ดู ธอร์น, ศีพ เอส. (รศ.ดุษฎี วิจารณ์อุไรเรื่อง แปล). (2554). ประวัติย่อของหลุมดำ **Black Holes & Time Warps**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : มติชน. หน้า 185.





ภาพที่ 2.05 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดในอุโมงค์ แสดงให้เห็นอะตอมแต่ละตัว
(ภาพจาก วิกีพีเดีย: Atomic resolution Au100.JPG - 28 January 2008)

ในปี ค.ศ. 1911 เออร์เนสต์ รัทเธอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford : 1871 – 1937 A.D.) ค้นพบว่า โครงสร้างภายในของอะตอม ประกอบด้วย นิวเคลียสประจุบวก ที่มีขนาดเล็กมากๆ ล้อมรอบด้วยอิเล็กตรอนจำนวนหนึ่ง ที่โคจรไปรอบๆ. ปรากฏต่อมาว่า สิ่งที่รัทเธอร์ฟอร์ดพบไว้เกี่ยวกับ นิวเคลียส และอะตอม นั้นเป็นจริง. เมื่อปี ค.ศ. 1974, 1977, 1995 นักฟิสิกส์ยังพบความจริงเพิ่มเติมอีกว่า โปรตอนและนิวตรอน ไม่ได้เป็นอนุภาค “มูลฐาน” แต่ยังมีอนุภาคที่เล็กกว่า และตั้งชื่อให้มันว่า ควาร์ก (quark). ควาร์ก มีอยู่ 6 กลุ่ม หรือ 6 เฟลเวอร์ (flavor) คือ **up, down, strange, charmed, bottom, top**. แต่ละกลุ่มจะมี 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน แต่สีของมันจะผสมกันจนทำให้มันเหมือนไม่มีสี. ควาร์ก มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นของแสงมากๆ เราจึงไม่อาจหวังว่าจะมองเห็น หรือดูส่วนประกอบของอะตอมเหล่านั้นในแบบปกติได้. มวลขนาดเล็กของมัน ทำให้มันมีสถานะเป็นคลื่นไปด้วยในเวลาเดียวกัน. ที่จริงนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้จบเรื่อง อนุภาคที่เล็กที่สุดไว้แค่ ควาร์ก. เพียงแต่ว่า ยังมีคำถามอื่นที่น่าสนใจกว่า เช่น ถ้าทำให้อนุภาคเหล่านั้น มีพลังงานสูงยิ่งๆ ขึ้น ด้วยการเร่งความเร็ว ให้มันวิ่งชนกัน. อาจจะมีอนุภาคอื่นที่ซ่อนอยู่ เช่น ปฏิอนุภาค นิวตริโน กราวิตอน ปรากฏตัวขึ้นมาก็ได้.

โดยทั่วไป สสารในเอกภพ มี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ. แต่มีเพียงธาตุเดียว ที่มีสถานะยึดหยุ่นอย่างมาก ต่างจากธาตุอื่นๆ ในเอกภพ. นักวิทยาศาสตร์ จัดให้มันอยู่ในสถานะที่ 4 คือ พลาสมา (plasma). พลาสมา พบได้ใน หลอดฟลูออเรสเซนต์ จอโทรทัศน์ และ ในชั้นไอโซนของเปลือกโลก. พลาสมา เป็นก๊าซชนิดหนึ่ง ที่มีความเป็นกลางทางไฟฟ้า แต่ก็เป็นธาตุสื่อนำไฟฟ้า

ได้ดีในเวลาเดียวกัน. พลาสมา ประกอบด้วย อิเล็กตรอน และ ไอออน และเมื่อมันมีปฏิกิริยากับสนามแม่เหล็ก มันจะหักล้างประจุของมันและกัน. นอกจากนี้ เราสามารถพบพลาสมาได้ ในอุณหภูมิที่สูงยิ่งยวด เช่น ในฟ้าผ่า ใจกลางของดวงอาทิตย์, แต่มันก็มีโอกาสอยู่ในสถานะเย็นได้เช่นกัน. พลาสมาเย็น สามารถลุกสว่างได้ โดยไม่ต้องมีฟ้าผ่า เช่น การเกิดลูกบอลฟ้าผ่า (ball lighting) ส่องสว่างเหนือหุบเขาริมแม่น้ำเฮสจา ในเขตเฮสตาเลน ประเทศนอร์เวย์ ในช่วงปี 1981 จัดเป็น พลาสมาเย็น เพราะแสงไฟที่ลุกสว่าง จะไม่ติดไฟ ไม่มีความเป็นกัมมันตรังสี และไม่มีประจุไฟฟ้า.

แสง (photon) และ ความโน้มถ่วง (graviton) เป็นอนุภาคที่มีคุณสมบัติพิเศษ มีอยู่กระจัดกระจายทั่วไปในเอกภพ และมีคุณสมบัติมูลฐาน คือไม่หยุดนิ่ง หรือสั่น เหมือนอนุภาคชนิดอื่นๆ. อาการไม่หยุดนิ่งของอนุภาค เรียกว่า สปิน (spin) หรือ โมเมนตัมเชิงมุมชนิดหนึ่ง (คุณสมบัติที่บ่งบอกถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ของวัตถุ). เราอาจจินตนาการสปินได้ว่า ให้อนุภาคเป็นเหมือนลูกข่างที่กำลังหมุนรอบแกน (สมมุติ) ของตัวเอง. ดังนั้น การหมุนรอบแกนสมมุติตัวเองของอนุภาค เช่น อิเล็กตรอน ทำให้มันดูเหมือนเป็นแท่งแม่เหล็กเล็กๆ แท่งหนึ่ง. เราสามารถบอกได้ว่า สปินของอนุภาค จะสร้างความแตกต่างเมื่อมองจากทิศทางต่างๆ ทำให้มันมีค่าที่กำหนดเป็น เลขควอนตัมสปิน 4 ค่า ที่แตกต่างกัน. ปัจจัยที่ทำให้ สปิน 0, สปิน 1, สปิน 2, สปิน $\frac{1}{2}$ สร้างความแตกต่างให้อนุภาค คือ รอบองศาการหมุน และทิศทาง.

นักวิทยาศาสตร์ ได้ข้อสรุปนี้ว่า อนุภาคสสารทุกอนุภาคในเอกภพ ที่รู้จักทั้งหมด สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ อนุภาคที่มี สปิน $\frac{1}{2}$ ซึ่งประกอบเป็นสสารในเอกภพ และอนุภาคสปิน 0, สปิน 1, และ สปิน 2 ก็คืออนุภาคที่เป็นตัวทำให้เกิดแรงต่างๆ ระหว่างอนุภาคสสาร. ธรรมชาติของอนุภาค จะไม่มีอนุภาคใดๆ เกิน 1 ตัว ที่จะมีสปินเหมือนกัน ในตำแหน่งและความเร็วเดียวกัน. ความจริงข้อนี้ ทำให้เกิดข้อคำถามว่า ถ้าอนุภาคของสสาร 2 ตัว มีตำแหน่งและความเร็ว (ในการหมุน) เดียวกัน ซึ่งอาจเป็นไปได้, จะเกิดอะไรขึ้นกับพวกมัน? อนุภาคเหล่านั้น จะยุบตัวไปสู่ภาวะความหนาแน่นยิ่งยวด ภายใต้แรงโน้มถ่วงยิ่งยวด ที่พวกมันสร้างขึ้นหรือไม่?. การประพัตินอกกลุ่มทางของอนุภาคแบบนี้ นักวิทยาศาสตร์จะยอมรับไม่ได้ เพราะมันจะทำลายกฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์. ดังนั้น พวกเขาจึงตั้งกฎไว้ว่า หากอนุภาคสสาร ‘เกือบจะ’ อยู่ในตำแหน่งเดียวกันแล้ว พวกมันจะต้องมีความเร็วต่างกัน. ซึ่งหมายความว่ามันจะมี ‘ช่องว่างของห้วงเวลา’ เพียงเสี้ยวนาโนวินาที ที่จะอยู่ในตำแหน่งเดียวกันได้. และนี่คือข้อสรุปที่ปฏิเสธไม่ได้ว่า อนุภาคย่อมมีช่องว่าง (space) เสมอ และไม่มีในที่ใดๆ ในเอกภพ ที่จะไม่ช่องว่าง อันเกิดจากลักษณะสัมพัทธภาพ “ตำแหน่ง” – “ความเร็ว”.

ช่องว่างของห้วงเวลาดังกล่าว ที่เกิดขึ้นจากการสปินของอนุภาคสสารสองตัว ดูเหมือนจะ





สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์การเกิด-ดับ ของวิญญาน. แม้ว่า นักฟิสิกส์จะยังไม่รับรองว่า วิญญาน คือ อนุภาคชนิดหนึ่ง ก็ตาม แต่วิญญาน ก็เป็นธัมมะธาตุหนึ่งที่มีอยู่ในเอกภพ. ตถาคต ศาสดาแห่ง พุทธศาสนา เป็นผู้อธิบายลักษณะ คุณสมบัติ และอาการ ของวิญญาน ไว้อย่างละเอียดทุกแง่มุม. พระองค์เปรียบวิญญาน เหมือนแสง (มโน) ซึ่งสอดคล้องกับนักฟิสิกส์ควอนตัม อธิบายว่า แสง เคลื่อนที่เป็นห้วง ๆ. หากจะเรียกลักษณะนามของวิญญานว่า ‘ดวง’ ก็เป็นสิ่งที่ยอมรับได้. วิญญาน แต่ละดวง เกิดแล้วดับไป ในห้วงเวลาที่น้อยนิดเช่นเดียวกับ ความเหลื่อมกันของความเร็วและ ตำแหน่ง ของอนุภาค ดังที่ได้อธิบายไปแล้ว. หลักการเดียวกันนี้ จะไม่มีวิญญาน 2 ดวง เกิด-ดับ พร้อมกัน. แต่ก็ไม่ควรจะมีการพิสูจน์หลักการนี้ เพราะช่องว่างของห้วงเวลา เกิด-ดับ ของวิญญาน นั้น สั้นมาก จนไม่อาจวัดค่าได้ด้วยสมการทางฟิสิกส์ นอกจากจะวัดด้วยการรับรู้ทางจิต. ศาสดา ของพุทธศาสนา มองเห็นประโยชน์ข้อนี้ คือ การนำพาจิตที่มีคุณสมบัติอีกแบบหนึ่ง เข้าไปแทรก ระหว่างช่องว่างของห้วงเวลาเกิด-ดับ ของวิญญาน เพื่อปฏิบัติการบางอย่าง. นั่นคือวัตถุประสงค์ หลัก ที่พระองค์ต้องการให้มนุษย์ ที่ผ่านการฝึกฝนทางจิต ใช้เป็น ‘ช่องทางหลุดพ้น’ อันเป็น เป้าหมายสูงสุดของพุทธศาสนา.



ภาพที่ 2.06 มวลของดาราจักรทางช้างเผือก ที่นักดาราศาสตร์คำนวณได้

(ภาพจาก : SCIENCE ILLUSTRATED - February No.92/2019)

จากข้อสรุปที่ว่า ในเอกภพย่อมมีช่องว่าง ส่งผลให้พฤติกรรมของอะตอมในบริเวณที่เป็นอวกาศสัมบูรณ์ จะมีการกระเพื่อมของที่ว่างเสมอ.⁹⁾ การกระเพื่อมของที่ว่าง มี 2 รูปแบบ คือ (1) การกระเพื่อมของที่ว่าง เชิงความโน้มถ่วง (เกิดจากวัตถุมีมวล ขนาดใหญ่) (2) การกระเพื่อมของที่ว่าง (**pulsation**) เชิงแม่เหล็กไฟฟ้า (เกิดจากมวลของอะตอม). มวลของสสาร เกิดจาก สนามของอนุภาคสื่อแรง ที่เรียกว่า ฮิกส์. ฮิกส์ แพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเอกภพ ทำให้อนุภาคต่างๆ มีมวล. การกระเพื่อมของที่ว่างดังกล่าว จะแผ่ *อนุภาคคู่เสมือน* ออกมา (กราวิตอนเสมือน และ โฟตอนเสมือน). ทำให้เกิดข้อสมมุติฐานใหม่ต่อมาว่า อนุภาคคู่เสมือนที่แผ่ออกมา อาจมีการกระเพื่อมของกระแสการเกิด-ดับ ของวิญญาน ปะปนอยู่ในนั้น ก็อาจเป็นไปได้.

การกระเพื่อมของที่ว่าง สอดคล้องกับธรรมชาติของ โมเมนตัมเชิงมุม (**angular-momentum**). โมเมนตัมเชิงมุม คือ การวัดปริมาณการหมุน (สปิน) ที่มีของวัตถุหนึ่ง (คำว่า “หมุน” ใช้แทนคำว่า “โมเมนตัมเชิงมุม”). คุณสมบัติในการไม่เป็นระเบียบของอะตอม อันเกิดจากการสั่น หรือ การสปีน หรือการกระเพื่อมของที่ว่าง ที่ปรากฏทั่วไปในเอกภพ สอดคล้องกับหลักธรรมชาติ 3 ประการ ของตถาคต, สังขารทั้งหลายไม่เที่ยง เป็นทุกข์ ธรรมทั้งหลาย ไม่ใช่ตัวตน และหลักสังขตธรรม ข้อที่ว่า วัฏมะธาตุมีการเกิดปรากฏ มีความเสื่อมปรากฏ และมีความแปรปรวน. การดับสลายของสรรพสิ่ง ยังไม่มีผู้ใดจะกำหนดวันเวลาที่แน่นอนได้ แต่ก็ยอมรับว่า เวลานั้นมีอยู่จริงในอนาคต. นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์ คำนวณไว้ว่า ดวงอาทิตย์ จะอยู่เป็นแหล่งพลังงานให้กับโลกต่อไปอีก 5,000 ล้านปี หลังจากนั้น มันจะขยายตัวกลายเป็นดาวฤกษ์ยักษ์สีแดง และกลืนกินดาวเคราะห์บริวารไปทั้งหมด. ดังนั้น การเกิดขึ้น การดับสลายของสิ่งขนาดใหญ่ (ดาราจักร) ก็มาจากการดับสลายของสิ่งขนาดเล็ก (อะตอม) ด้วยเช่นกัน.

2.1.2 มวล ในความหมายที่มนุษย์โลกรู้จัก

ในทางฟิสิกส์ **มวล (mass)** หมายถึง ปริมาณเนื้อสารของวัตถุ ซึ่งจะมีค่าคงที่ตลอดเวลา ไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ที่ใดก็ตาม หรือไม่ว่าวัตถุนั้นจะมีแรงใดๆ มากระทำก็ตาม. มวล มีหน่วยวัดเป็นกิโลกรัม (**kg**) ต่างจาก น้ำหนัก (**weight**) ซึ่งหมายถึง แรงดึงดูดของมวลใหญ่ (เช่น โลก) ที่มีต่อมวลเล็ก (เช่น ก้อนหินบนผิวโลก) มีหน่วยวัดเป็น นิวตัน (**N**) ผกผันไปตาม ค่า g (ความเร่งเนื่องจาก แรงโน้มถ่วงโลก. บนผิวโลก มีค่า $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ และ บนดวงจันทร์ ค่า $g = 1/6$ เท่าของโลก). โดยทั่วไป หน่วยน้ำหนัก มีความหมายเดียวกันกับ มวล.

9 ธอร์น, คีฟ เอส. (รศ.ดุษฎี วิจารณ์อุไรเรื่อง แปล). (2554). อ้างแล้ว. หน้า 466, 475.





ในอีกแง่หนึ่ง มวลก็คือ การวัดความเฉื่อยของวัตถุ ที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลของมัน. ไอน์สไตน์ อธิบายว่า แท้จริงแล้ว มวล ก็คือ รูปของพลังงานที่อัดแน่นกันมากนั่นเอง. ความเฉื่อย หรือ แรงเฉื่อย (**inertial**) หมายถึง ความต้านทานของวัตถุ เมื่อถูกเร่งด้วยแรงที่มากระทำกับตัวมัน.

ในปี ค.ศ. 1960 นักวิทยาศาสตร์ จากหลาย ๆ ประเทศ ได้ร่วมกันสร้างระบบการวัดปริมาณแบบเมตริกใหม่ และให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก เรียกว่า หน่วย เอสไอ (**SI Unit**) การวัดของหน่วย เอสไอ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของ มวล คือ, หน่วยวัดมวล ใช้ กิโลกรัม (**Kg**), บริเวณที่ว่าง ซึ่งถูกแทนที่โดยสสาร เรียกว่า ปริมาตร (**volume**) ใช้หน่วยวัดเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร (**cm³**) หรือ มิลลิลิตร (**mL**) และ ลิตร (**L**), อุณหภูมิ (**temperature**) คือ ความเย็นหรือความร้อน ที่มีอยู่ในวัตถุ มีหน่วยวัดเป็น เคลวิน (**k**) และ องศาเซลเซียส (**c**), ความหนาแน่น (**density**) คือ ปริมาณมวลของสาร ที่มีอยู่ใน 1 หน่วยปริมาตร มีหน่วยวัดเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร. นอกจากนี้ ความหนาแน่น ถูกนำไปใช้วัดค่าได้หลากหลาย เช่น ด้านคณิตศาสตร์ ประชากรศาสตร์ ธรณีวิทยา การแพทย์ อุตุนิยมวิทยา สิ่งแวดล้อม ค่าความทึบของแสง ตลอดจน การบันทึกของหน่วยดิจิทัล ลงบนสื่อเทป ซีดี ฮาร์ดดิสก์.

นอกจากนี้ มวล ยังบ่งบอกถึงปริมาณ ความหนาแน่นของวัตถุ สิ่งของ สิ่งมีชีวิตบนโลกมนุษย์ ได้อีกด้วย. คณะนักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอินเดียนา สหรัฐอเมริกา ^[10] ได้คำนวณจำนวนตัวเลขของ สปีชีส์ ของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนโลกของเรา ได้เท่ากับ 1,000 ล้านล้านสปีชีส์ ซึ่งคำนวณจากตัวอย่างจุลินทรีย์ 20,376 แห่ และ ข้อมูลพืชกับสัตว์ 14,862 แห่. โลกของเรา มีจำนวนมดมากกว่ามนุษย์มากมายนัก ไม่อาจนับจำนวนได้ถูกต้อง แต่ประมาณได้ว่ามีจำนวนมด ประมาณ 10,000 ล้านล้านตัว, มนุษย์ ประมาณ 7,300 ล้านคน. ทำให้มด มีมากกว่ามนุษย์ถึง 1,369,863 เท่า. ทั่วทั้งโลก มีมดมากกว่า 12,000 สปีชีส์, อาณาจักรของพวกมด ที่ใหญ่ที่สุด คือ มดอาร์เจนไต์ ซึ่งกินแนวอาณาเขต ยาวกว่า 6,000 กิโลเมตร. องค์การสหประชาชาติ คำนวณไว้ว่า เมื่อปี. ค.ศ. 1 มีจำนวนมนุษย์ในโลกรวมกันแค่ 300 ล้านคน. แต่ปัจจุบัน มีจำนวนมากกว่า 7,000 ล้านคน และจะเพิ่มขึ้นถึง 10,000 ล้านคน ในปี ค.ศ. 2050 ^[11]

¹⁰ SCIENCE ILLUSTRATED. ฉบับที่ 65. November 2016, หน้า 18.

¹¹ SCIENCE ILLUSTRATED. ฉบับที่ 65. July 2017, หน้า 21.



2.1.3 จิตวิญญาณ ดำรงสถานะเช่นไร

ได้กล่าวมาบ้างแล้วว่า วิญญาณ คือ ธาตุรู้ เป็นธัมมะธาตุอันหนึ่ง จัดอยู่ในจิตธาตุ ไม่มีมวล แต่มีส่วนคล้ายกับอนุภาคและคลื่น หรืออาจเป็นอนุภาค-คลื่นอีกแบบหนึ่ง. จิตวิญญาณ เป็นนามธรรม ที่ศาสตราของทุกศาสนาให้ความสำคัญ อาจมากกว่าด้านวัตถุ แต่ก็ยังเป็นประเด็นที่ทำทนาย สำหรับนักวิทยาศาสตร์ คือ จิตวิญญาณ มีมวลหรือไม่ และดำรงสถานะเป็นคลื่น หรืออนุภาค กันแน่ หรือว่าอาจเป็นได้ทั้ง อนุภาค-คลื่น.^[12] นักวิทยาศาสตร์ เข้าใกล้วิญญาณ ได้แค่ระบบประสาท คลื่นไฟฟ้าจากสมอง. เช่น การส่งคลื่นความจำจากสมอง ผ่านสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ชื่อ อะเซทิลโคลีน (acetylcholine) ไปยังอวัยวะปลายทาง. สารสื่อประสาททำหน้าที่นำคำสั่งจากสมองไปยังอวัยวะส่วนต่างๆ เพื่อสั่งการทำงาน. แต่วิญญาณ มีระบบการทำงานซับซ้อนยิ่งกว่าระบบประสาท และคลื่นไฟฟ้าในสมอง นับเป็นล้านเท่า.

โดยปกติ อนุภาคอิสระ (free particle) เมื่อไม่ถูกแรงใดๆ กระทำเลย มันจะเคลื่อนที่อย่างโดดเดี่ยว ภายใต้อิทธิพลความเฉื่อยของตัวเอง. แต่เมื่อมีแรงโน้มถ่วงมากกระทำ มันก็จะตอบสนองแรงโน้มถ่วงนั้น เพียงอย่างเดียว. วิญญาณ ไม่ได้ประพฤติตัวเหมือน อนุภาคอิสระ แต่อุบัติขึ้นและดับสลายไปในเวลาเดียวกัน จึงไม่อาจจะบุพัตกของมันได้ และไม่อาจมีแรงใดๆ มากระทำกับมันได้. วิญญาณ ได้ทั้ง “เหตุการณ์” (event) เป็นร่องรอยอย่างหนึ่งไว้ ณ จุดหนึ่งในกาลอวกาศ (จุดใดๆ ในอวกาศ ที่ขณะเวลาเฉพาะค่าหนึ่ง). เหตุการณ์ของวิญญาณ ที่อุบัติขึ้นนั้น

¹² วัตถุธาตุ (รูปธรรม – รูปธาตุ) ดำรงสถานะอย่างใดอย่างหนึ่ง คือไม่เป็น อนุภาค ก็เป็น คลื่น ยกเว้น อนุภาคของแสง เป็นได้ทั้งอนุภาคและคลื่น. วิญญาณ เป็นนามธรรม อุบัติขึ้นและดับสลายไปในเวลาเดียวกัน ไม่อาจนับห้วงเวลาของการดำรงอยู่ได้. เมื่อวิญญาณอุบัติขึ้นและดับสลายไป ได้ทั้ง “เหตุการณ์” (event) เป็นร่องรอยอย่างหนึ่งไว้. ดูรายละเอียดใน หัวข้อ 4.1 นามรูป-วิญญาณ-สังขาร ในบทที่ 4.





อาศัยปัจจัยในการเกิดขึ้น และดับสลาย เรียกว่า *กระบวนการ จิต มโน วิญญาณ*. วิญญาณ เป็นสิ่งที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เช่นเดียวกับแสง. แท้จริงแล้ว วิญญาณ กับ สัตว์บุคคล ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน. การรวมกันของสองสิ่งนี้ได้สร้างเหตุการณ์ร่วมกัน. รอยต่อระหว่าง วิญญาณ กับ เหตุการณ์ นั้น สั้นและแคบมาก ๆ (อาจสั้นกว่า *ความยาว พื้นที่ และเวลาของแฟลช-วีลเลอร์* หลายพันเท่า), จนทำให้วิญญาณกับสัตว์บุคคล “รู้สึก” ว่าเป็นสิ่งเดียวกัน. รอยต่อและช่องว่างอันสั้นและแคบนี้ ตกาคตเพียงผู้เดียว เป็นผู้ค้นพบ.

ในเบื้องต้น เราเข้าใจไว้ก่อนว่า วิญญาณจะอยู่โดดเดี่ยวไม่ได้ มันจะต้องมีร่างอันเป็น “ที่ตั้งอาศัย” (สัตว์ บุคคล) ซึ่งเปรียบเสมือนบ้าน (*house*). ถ้าวิญญาณไม่มีมวล ก็จะไม่มีความใด ๆ ในทางฟิสิกส์ ที่จะมากระทำต่อวิญญาณได้. การเข้าใจว่า วิญญาณ ล่องลอยได้ และมีพลังบางอย่าง จึงเป็นไปได้. พลังของวิญญาณแบบกลศาสตร์จึงไม่มีจริง, วิญญาณ เป็นแค่เหตุการณ์เหตุการณ์หนึ่งเท่านั้น. ความเร็วของเหตุการณ์ ก็คือ อัตราของการเกิด-ดับ ของวิญญาณนั่นเอง. ช่วงการเกิด-ดับ ของวิญญาณ จึงมี “รอยต่อ” บันทึกลงไว้ในห้วงสั้น ๆ ของเหตุการณ์ ซึ่งสั้นและแคบมาก ๆ ดังที่กล่าวไปแล้ว. รอยต่อนี้ มีไว้สำหรับ “ตัดตอน” เพื่อกันไม่ให้วิญญาณ ดวงอื่นๆ มารับช่วงต่อ. ดังนั้น ความเร็วของเหตุการณ์ ของการเกิด-ดับของวิญญาณ จึงไม่ใช่ พลัง และไม่ใช่มุมหมุน (*spin*) แบบกลศาสตร์. อนุภาคอิเล็กตรอน มีช่วงอายุที่สั้นมาก ๆ แต่ก็ยังสามารถตรวจจับได้ และกำหนดคุณสมบัติ “อนุภาค” ให้แก่มัน. แต่ช่วงอายุการเกิดของวิญญาณ สั้นกว่านั้นมาก ในทางฟิสิกส์แล้ว ไม่อาจกำหนดสถานะที่ชัดเจนให้แก่วิญญาณได้. หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เมื่อวิญญาณ แสดงร่องรอยการเกิด-ดับ ในรูปแบบ “เหตุการณ์” เท่านั้น จึงไม่อาจจะระบุแน่ชัดได้ว่า วิญญาณ ดำรงสถานะเป็น คลื่น หรือ อนุภาค.

การวัดค่าต่างๆ ของวัตถุธาตุ-สสาร ทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ ต้องมีมาตรฐานร่วมกัน 2 ประการ คือ ความถูกต้อง (*accuracy*) และ ความแม่นยำ (*precision*). ความถูกต้อง หมายถึง ผลของการวัดใกล้เคียงกับ ค่าจริง ของปริมาณที่วัด หรือหน่วยที่วัด, ส่วน ความแม่นยำ หมายถึง ผลของการวัด มากกว่าสองครั้ง มีค่าเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน. การวัดค่าของวิญญาณ จึงวัดได้แค่ มี หรือ ไม่มี, ปรากฏ หรือ ดับสลาย. ส่วนช่วงเวลา ของการ มี หรือ ปรากฏ / ไม่มี หรือ ดับสลาย ยาวนานเท่าใด ไม่อาจกำหนดได้แบบวิทยาศาสตร์. ตกาคต ใช้วิธีการอนุมานเปรียบเทียบ ในสิ่งที่ผู้ศึกษาค้นเคย. ความถูกต้อง ความแม่นยำ ในการได้บรรลุธรรม ขึ้นพระโสดาบัน สกทาคามี อนาคามี หรือ อรหันต์, พระองค์ก็ไม่ได้สร้างเครื่องมือ หรือมาตรวัดมอบไว้ ให้แก่ผู้ใด. พระองค์ ให้ใช้ตัวผู้รู้เอง เป็นมาตรวัดตัวเอง (อันวิญญาณ จะพึงรู้ได้เฉพาะตน – ปจฺจตฺต เวทิตพฺโพวญฺญติ). ความเป็นอัตนัยสูงเช่นนี้ ย่อมเป็นสิ่งที่ตรงกันข้ามกับ เครื่องวัดแบบฟิสิกส์ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้.

ตารางที่ 2.02 เปรียบเทียบ คุณสมบัติและองค์ประกอบ ของสิ่งที่มีมวล (วัตถุธาตุ-สสาร) กับ
 สิ่งที่ไม่มีมวล (อัมมะธาตุ-จิต) จากหน่วยขนาดเล็ก ไปหน่วยขนาดใหญ่.

ฟิสิกส์ (physical) ของ วัตถุธาตุ-สสาร	ฟิสิกส์ (physical) ของ สิ่งมีชีวิต	จิต (psychics) ของ จิตธาตุ-วิญญาณ
อนุภาคมูลฐาน (elementary particle) – Quarks, Leptons, Bosons ...		วิญญาณธาตุ – วิญญาณชั้น* (consciousness)
อะตอม – atom		สังขาร* (corporeality) นาม-รูป (mind-derived material)
โมเลกุล – molecule		สฬายตนะ (external-internal sense fields)
องค์ประกอบ สสาร – สารบริสุทธิ์ ของผสม (element compound)	สถานะสสาร – ของแข็ง ของเหลว แก๊ส (solid liquid gas)	เวทนา ตัณหา อุปาทาน (greed- passion)
สสาร* – matter (ภูตรูป : ดิน น้ำ ไฟ ลม)	อวัยวะเซลล์ – organelle (ภูตรูป : ดิน น้ำ ไฟ ลม)	ภพ (sphere existence)
	เซลล์ – cell	ชาติ (เกิด)
	เนื้อเยื่อ	ชรา มรณะ (เสื่อม ตาย)
	อวัยวะ	ชรา มรณะ (เสื่อม ตาย)
	ระบบอวัยวะ	ชีวิต ระบบชั้น*5

คำอธิบาย :

*สสาร =

ต้องการที่ว่าง ในการดำรงสถานะ และมีมวล (matter is anything occupies space and
 has mass) [การเกิดปรากฏของ สสาร = การเกิดปรากฏของ มิติ กาลอวกาศ]

*วิญญาณ =

ไม่ต้องการรูปทรงอาศัย ไม่มีมวล. วิญญาณ มี 6 หมู่ (พวก) คือ จักขุวิญญาณ โสทวิญญาน





ขานวิญญาณ ขิวหาวิญญาณ กายวิญญาณ มโนวิญญาณ. ในบรรดาวิญญาณ ทั้ง 6 หมู่ จะไม่เกิดปรากฏพร้อมกัน แต่สลับเปลี่ยน เวียนกันเกิด “ดวงหนึ่งเกิดขึ้น ดวงหนึ่งดับไป ตลอดวันตลอดคืน” ต่อเนื่องกันไป.

*สังขารทั้งหลาย =

มี 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็น ‘รูปทรง’ ได้แก่ กายสังขาร วจีสังขาร จิตตสังขาร และ ส่วนที่เป็น ‘อาการ’ ได้แก่ การคิดปรุงแต่งเหตุการณ์ ประกอบด้วย 3 กาล คือ การคิดปรุงแต่งเหตุการณ์อนาคต เรียกว่า สังขาร, การคิดปรุงแต่งเหตุการณ์อดีต เรียกว่า สัญญา, การคิดปรุงแต่งเหตุการณ์ปัจจุบัน เรียกว่า เวทนา.

*สฬายตนะ =

แดนต่อให้เกิด วิญญาณ ทั้ง 6 หมู่ คือ ตา กระทบ รูป ก่อเกิด จักขุวิญญาณ, หู กระทบ เสียง ก่อเกิด โสตวิญญาณ, จมูก กระทบ กลิ่น ก่อเกิด ขานวิญญาณ, ลิ้น กระทบ รส ก่อเกิด ขิวหาวิญญาณ, กาย กระทบ สิ่งที่มาสัมผัสผิว ก่อเกิด กายวิญญาณ, ใจ กระทบ อารมณ์ ก่อเกิด มโนวิญญาณ.

ข้อสรุปบางประการ และการสันนิษฐาน เกี่ยวกับ มวล-อนุภาค จิต

คุณสมบัติัมมะธาตุ มวล-อนุภาค ของสรรพสิ่ง ก่อให้เกิด อันตรกิริยา¹³ สืบเนื่อง และเกิดข้อสันนิษฐานหลายประการ

(1) วัตถุที่มีคุณสมบัติเป็น มหาภูตรูป/ เป็นวัตถุที่มีคุณสมบัติและองค์ประกอบทางฟิสิกส์.

องค์ประกอบภายในของวัตถุ ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะของแข็ง (ปฐวีธาตุ) ของเหลว (อาโปธาตุ) หรือก๊าซ (วาโยธาตุ) และทั้ง 3 สถานะ ย่อมอยู่ภายใต้กฎอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics). สสารและพลังงาน ทุกรูปทรง ทุกมิติ และรวมถึงที่ว่าง (space) ย่อมมีความร้อน (เตโชธาตุ) สถิตย์อยู่. สสารทั้งหลายประกอบด้วย อะตอมรวมตัวกันเป็นโมเลกุล การเคลื่อนที่ของอะตอม หรือการสั่นของโมเลกุล ทำให้เกิดรูปแบบของพลังงานจลน์ ซึ่งเรียกว่า “ความร้อน” (heat). อุณหภูมิ คือ การวัดค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ ของอนุภาคสสารใดๆ ซึ่งสอดคล้องกับความร้อนหรือเย็นของสสารนั้น. พลังงาน สามารถถ่ายเทได้ พลังงานที่ถ่ายเทจากสสารหรือระบบหนึ่ง ไปยังสสารหรือ

¹³ อันตรกิริยา (interaction) เป็นชนิดของการกระทำ ที่เกิดขึ้นระหว่างก้อนวัตถุ มากกว่าหนึ่ง มีผลซึ่งกันและกัน การผสมผสานของอันตรกิริยาหลายๆ อันตรกิริยา นำไปสู่การอุบัติ (emergent) ของปรากฏการณ์ ซึ่งมีความแตกต่าง ของความหมายในหลายๆ ศาสตร์.

ระบบอื่น กระทำได้โดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิ ซึ่งเรียกว่า ความร้อน. ณ อุณหภูมิ -273°C อะตอมของสสารจะไม่มีเคลื่อนที่ และจะไม่มีสิ่งใดลดอุณหภูมิได้ต่ำไปกว่านี้ได้อีก นักวิทยาศาสตร์จึงกำหนดให้ 0 K มีค่าเท่ากับ -273°C และเรียกสถานะนี้ว่า ศูนย์องศาสัมบูรณ์.

(2) ไม่อาจกำหนดมิติให้แก่วิญญานได้ เหมือนกับวัตถุอื่น เพราะคุณสมบัติมวล พลังงาน

วัตถุตั้งแต่สองก้อนขึ้นไป จะมีแรงโน้มถ่วงซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะวัตถุขนาดใหญ่ เช่น ดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์. เราสามารถวัด ขนาดน้ำหนัก (ค่าความโน้มถ่วงพื้นผิว หรือ ความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของดาว $- \text{m/s}^2$) ของตัวมันเอง และน้ำหนักของวัตถุที่มันดึงดูดไว้ได้. วัตถุที่มีมวลขนาด 1 กิโลกรัม (วัตถุที่โลกดึงดูดไว้) จะมีน้ำหนักประมาณ 9.8 นิวตัน บนพื้นผิวโลก. ทำให้วัตถุนั้น ดำรงสถานะในมิติ กาลอวกาศ ด้วยโทโพโลยี (topology) ที่หลากหลาย.

อาจอุปมาพฤติกรรมของวิญญาน คล้ายกับ อนุภาคคู่คลื่น. อนุภาคที่มีขนาดเล็กมากๆ จนไม่สามารถกำหนดขนาดของมวลได้ มักดำรงอยู่ในภาวะ สภาพซ้อนสถานะระหว่าง อนุภาค/คลื่น เช่น อนุภาคโฟตอน (รังสีของแสง) อนุภาคนิวตริโน (neutrino). นิวตริโน สามารถทะลุทะลวงผ่านสสารที่ห่อหุ้มมันไปได้ โดยไม่ถูกดูดกลืน.

(3) การค้นพบอนุภาคคู่แฝดเพิ่มขึ้น อาจนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับวิญญาน.

นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์ ยอมรับว่า อนุภาคคู่แฝด หรือ ปฏิสสาร (antimatter) เป็นอนุภาคมูลฐาน แต่ไม่อยู่ในแบบจำลองมาตรฐาน. การค้นพบคุณสมบัติเฉพาะของอนุภาคบางตัว (ที่นับวันจะมีโอกาสพบมากขึ้นเรื่อย ๆ) ยังเป็นข้อสงสัย สำหรับนักวิทยาศาสตร์ว่า มันเกิดขึ้นได้อย่างไร เบื้องต้น พบว่า มันมีมวลเท่ากับอนุภาคปกติ แต่มีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกันกับ อนุภาคที่เป็นคู่ของมัน เช่น โพสิตรอน (positron) เป็นอนุภาคคู่ของอิเล็กตรอน (antielectron) ซึ่งถูกค้นพบโดย คาร์ล ดี แอนเดอร์สัน (Carl D. Anderson) ในปี ค.ศ.1932. แอนติโปรตอน เป็นอนุภาคคู่ของโปรตอน (antiproton) แอนตินิวตรอน เป็นอนุภาคคู่ของนิวตรอน (antineutron). ขณะนี้มีการค้นพบคู่แฝดเพิ่มบ้างแล้ว โดยศูนย์วิจัย CERN เมื่อปี ค.ศ.1995 เป็นแอนติไฮโดรเจน 9 ตัว.

นักวิทยาศาสตร์ ยังคงพยายามหาคำอธิบาย สิ่งประหลาดมหัศจรรย์ที่มีในธรรมชาติ ที่พวกเขาค้นพบ, อนุภาคคู่แฝด ตัวใดตัวหนึ่ง อาจเป็นวิญญานก็ได้ แต่เรียกในชื่ออื่น.

(4) ความแตกต่างระหว่าง ควอซาร์ พัลซาร์ กับ แสงของจิตที่บริสุทธิ์เข้มข้น.

มวลของวัตถุในอวกาศ ที่เรียกว่า ควอซาร์ (quasar) มีความหนาแน่นสูงมาก และสว่างจ้าในเอกภพที่อยู่ห่างไกล นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์ เชื่อว่ามันได้รับพลังงานจากหลุมดำขนาดยักษ์. และดาวนิวตรอนที่หมุนได้ และมีแม่เหล็ก เรียกว่า พัลซาร์ (pulsar) ขณะหมุน มันจะส่งรังสีคลื่นวิทยุ





รังสีเอ็กซ์ ออกมา ลำรังสีจะกวาดไปรอบๆ เหมือนแสงสปอร์ตไลท์กวาดไป. ทั้งสองกรณี ทำให้เกิดข้อเปรียบเทียบว่า พลังงานที่สว่างจ้า น้อยกว่าหรือเทียบเท่า ปรากฏการณ์แสงสว่าง ที่เกิดในรกภูมิ เมื่อคราวพระอรหันตสัมมาสัมพุทธะ อุบัติขึ้นหรือไม่?

(5) จะอุปมาการบรรลุมรรณ เหมือน การสร้างสุญญากาศ ได้หรือไม่?

มวล-อนุภาค สนามไฟฟ้า-แม่เหล็กไฟฟ้า สามารถเคลื่อนย้ายไปได้ ในทุกอนุของมิติ กาลอวกาศ พร้อมกับนำพาพลังงานทุกชนิดออกไปด้วย จนกระทั่งบริเวณนั้น มีค่าพลังงานเป็น 0, บริเวณนั้น จะถูกเรียกว่า *สุญญากาศ (vacuum)*. แต่ปรากฏว่า ภายในสุญญากาศ ก็ยังปรากฏการกระเพื่อมของที่ว่าง ซึ่งไม่สามารถย้ายออกไปได้. ดังนั้น แท้จริงแล้ว ในสุญญากาศ ก็ยังมีปรากฏการณ์อย่างหนึ่ง (การกระเพื่อมของที่ว่าง) อยู่นั่นเอง. พฤติการณ์เช่นนี้ อุปมาเหมือนกับการผันแปรสุญญากาศ (*vacuum fluctuations*) ที่พลังสนามไฟฟ้า หรือ อนุภาคเสมือน จะขโมยพลังงานจากบริเวณข้างเคียงชั่วขณะหนึ่ง แล้วก็จะคืนกลับไปอย่างรวดเร็ว. พฤติการณ์การเกิดสุญญากาศเช่นนี้ อาจอุปมาเหมือนการเกิดขึ้นของ *วิมุตติญาณทัสสนะธาตุ* ได้หรือไม่?. สัตว์หรือบุคคลใดก็ตาม ที่ทำจัตตโรยต่อหรือช่องว่าง ระหว่างการเกิด-ดับของวิมุตติญาณได้สำเร็จ สัตว์หรือบุคคลนั้น ก็จะเกิดสภาพ การกระเพื่อมของที่ว่าง ซึ่งเป็นการก้าวไปสู่การบรรลุมรรณ ชันหลุดพ้น. รูปแบบของชีวิตแบบเดิม (ซึ่งเรียกว่า ‘สัตตา’) จะเปลี่ยนสถานะ ไปเป็นรูปแบบการเกิดใหม่ ซึ่งเรียกว่า *วิมุตติญาณทัสสนะธาตุ*. (วิมุตติญาณทัสสนะ คือ ผู้รู้ใหม่ รู้ว่าการกระเพื่อมที่เกิดขึ้นนั้น ตนพ้นสภาพจากการเป็น “สัตว์” หรือ สัตตานัง แล้ว โปรดดูรายละเอียดใน บทที่ 5 ฟิลิกส์แห่งจิตวิมุตติญาณ.)

(6) มวล เป็นเพียงรูปหนึ่งของพลังงานที่อัดแน่นมาก เป็นไปได้หรือไม่ที่วัตถุทุกชนิดจะระเบิดได้?

กฎสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ กล่าวว่า มวล เป็นเพียงรูปหนึ่งของพลังงานที่อัดแน่นมาก. จากหลักการที่ว่า ปริมาณพลังงานที่ได้จากการเปลี่ยนมวล จะมีความมหาดล ตามสูตร $E=Mc^2$ เมื่อ E เป็นพลังงานที่ระเบิดออกมา M คือมวลที่เปลี่ยนพลังงาน และ $c = 2.99792 \times 10^8$ เมตรต่อวินาที คือความเร็วแสง. สมมุติว่ามนุษย์คนหนึ่ง มีมวล 75 กิโลกรัม เมื่อคำนวณจากสูตร พลังงานระเบิดจะเท่ากับ 7×10^{18} จูล ซึ่งมีค่ามากกว่าพลังงานของระเบิดไฮโดรเจน 30 เท่า.

(7) วัตถุต่างๆ ในเอกภพ สามารถหายตัวได้หรือไม่?

นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์ **จันทรเศขร (Subrahmanyan Chandrasekhar: 1910 - 1995 A.D.)** ได้ข้อสรุปว่า มวลของดาวฤกษ์ทุกดวง รวมทั้งวัตถุอื่นๆ ซึ่งมีมวลที่เกิดจากสสารที่มีความ

หนาแน่นสูง จะมีค่าน้อยกว่า มวลของดวงอาทิตย์ 1.4 เท่าเสมอ. ดาวฤกษ์หรือวัตถุที่มีมวลมากกว่าค่านี้ จะทำให้แรงโน้มถ่วงของตัวเอง ดูดตัวมันเองหายไป กลายเป็นหลุมดำ (วัตถุ 3 มิติแบน). จากทฤษฎีฟิสิกส์ข้อนี้ วัตถุต่าง ๆ ในเอกภพที่เราพบเห็น ไม่อาจสลายตัวหรือหายตัวได้ด้วยขนาด (เพราะขนาดของมันส่วนมาก ไม่ใหญ่เกิน 1.4 เท่าของดวงอาทิตย์) แต่อาจหายตัวได้ด้วยวิธีอื่น.

(8) มวล แสง เวลา จิต ดำรงสถานะอย่างไร?

ความเร็ว เกี่ยวข้องกับ *มวล*, หลักกลศาสตร์ควอนตัม กล่าวไว้ว่า ไม่มีวัตถุใดๆ เคลื่อนที่ได้เร็วกว่า อัตราความเร็วของแสง. เพราะถ้าวัตถุเคลื่อนที่ ยิ่งใกล้ความเร็วแสงเท่าใด มวลของมันก็จะเพิ่มเป็นสัดส่วนที่มากขึ้นเท่านั้น ทำให้มันต้องใช้พลังงานมากขึ้น เพื่อเร่งอัตราความเร็ว ให้เท่าหรือใกล้เคียงกับความเร็วแสง. นั่นหมายความว่า มวลของมันจะมีค่ามากเป็นอนันต์ (infinity) จนไม่สามารถจะหาพลังงานขนาดอนันต์ จากที่ไหนมาใช้ได้. แต่ในทางกลับกัน ถ้าให้วัตถุที่ไม่มีมวลสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วเท่าความเร็วแสง หรือมากกว่า เช่น อนุภาคโฟตอน (แสง) อนุภาคนิวตริโน การเดินทางของเวลา การเดินทางของกระแสจิต ก็จะได้คำอธิบายที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง.

นักวิทยาศาสตร์ ทราบแล้วว่า โฟตอน เป็นอนุภาคชนิดเดียว ที่มีสองสถานะในเวลาเดียวกัน, ส่วน นิวตริโน ยอมรับว่ามีอยู่ แต่ยังไม่สามารถตรวจจับได้. เวลา เป็นส่วนผสมของอวกาศ ก่อให้เกิดมิติที่สี่ ตามทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป ทำให้เส้นทางการเดินทางของเวลา แผ่ขยายออกไปทุกทิศทางเช่นเดียวกับแสง. เวลาไม่ได้วิ่งไปข้างหน้าอย่างโดดเดี่ยว แต่มันเกาะอยู่กับสิ่งที่มันวัด เช่น แสง. ถ้าวัตถุที่มันทำการวัด ถูกเร่งความเร็ว หรือถูกหน่วงให้ช้าลง หรือหยุดนิ่งอยู่กับที่ มันก็เลยดูเหมือนการเดินทางของเวลา เร็วขึ้น หรือ ช้าลง หรือ ถูกตรึงไปกับวัตถุที่มันเกาะอยู่ เช่น เวลาของอนุภาคแสงในหลุมดำ เวลาของพวกอสุรขณะเดินทางข้ามภพ (จากนรก ผ่านมนุษย์ สู่สวรรค์).

จิต หรือ วิญญาณ เป็นอัมมะธาตุชนิดเดียว ที่มีคุณสมบัติพิเศษ และมีความประหลาดยิ่งกว่าอนุภาค และเวลา. จิต ไม่อาจกำหนดพิกัดที่อยู่ รูปทรง มวล น้ำหนัก ได้เลย และไม่มีโอกาสเดินทาง หรือเคลื่อนที่จากที่ใดไปยังที่ใดได้ เพราะอายุการเกิดและดับสลายนั้น สั้นและแคบมากๆ แต่จิตก็สามารถดำรงอยู่ได้ในทุกๆ ที่ในเอกภพ รวบรวมว่ามันเดินทางไปได้ทุก ๆ ที่. การดำรงอยู่ของจิต ขึ้นอยู่กับจำนวนที่มีมากมายเป็นอนันต์ อาจเป็นไปได้ว่า ที่ว่างในอวกาศของเอกภพกว่าร้อยละ 94 อาจสถานะที่จิตสถิตอยู่.

จิตวิญญาณของเทวดา เกิด-ดับ ได้เร็วกว่ามนุษย์ จึงมีพลังของการคิด การรับรู้ ได้ดีกว่ามนุษย์. เทวดา อาศัยร่างที่ไม่มีมวล ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าอนุภาคสสาร เช่น **quantum foam, cosmic string** เป็นล้านเท่า. ทำให้วิญญาณของเทวดา สถิตย์อยู่ในรูปกายที่เล็กละเอียด ไม่มีมวล และมีความเป็นอิสระ มากกว่าจิตของมนุษย์ในร่างกายแบบมนุษย์โลก ที่หยาบและมีมวล. ส่งผลให้





เทวดามีอายุยาวนานกว่ามนุษย์มาก เพราะไม่ต้องบำรุงหล่อเลี้ยง ให้อาหารแบบร่างกายมนุษย์. การเดินทางไปในที่ใดๆ ของเทวดา จึงเป็นการย้ายมวลสาร ที่ไม่อยู่ในกฎของมวลและพลังงานแบบ กลศาสตร์. ดังนั้น พลังของวิญญาณในที่นี้ จึงไม่อยู่ในกฎของกลศาสตร์ ไม่ใช่การขับเคลื่อนที่ แบบ กลศาสตร์ และไม่ใช้การหมุน (spin) แบบโมเมนตัมเชิงมุม. กล่าวได้ว่า พลังของวิญญาณ ก็คือ ธาตุรู้ นั่นเอง ที่ทะลุทะลวงไปได้ทุกๆ ที่ เช่นเดียวกับอนุภาคนิวตริโน ทำให้ ธาตุรู้ของเทวดา มีพลัง และเร็วกว่า ธาตุรู้ของมนุษย์เป็นพันเท่า.

(9) จิต แตกต่างจาก มวลของวัตถุ แต่ก็อยู่ภายใต้อิทธิพลของความโน้มถ่วงทางจิต

อาการของจิต แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ (1) ลักษณะเบาบาง เย็น มีการแผ่กระจายออกจากศูนย์กลาง และมีการปรุงแต่ง. จิตที่เบาบางเหล่านั้น ย่อมเป็นอิสระจากแรงโน้มถ่วงใดๆ จะ กระจายตัวไปสู่ที่สูง ซึ่งตรงกับคติทางศาสนาทุกศาสนาที่ว่า จิตกุศลย่อมไปสวรรค์ และเรียก ลักษณะอาการของจิตแบบนี้ว่า กุศลจิต. (2) ลักษณะหนาแน่น ร้อน ดุดึง หดตัวเข้าสู่ศูนย์กลาง และมีการปรุงแต่ง. ลักษณะนี้ยังแบ่งออกได้ 2 สาเหตุ คือ เหตุเพราะความรัก ความพึงพอใจใน ลักษณะต่างๆ เช่น นันทิ ราคะ ตัณหา อุปาทาน และเหตุเพราะความอึดแน่น ด้วยความไม่สบาย กาย ไม่สบายใจ โศกเศร้า ร่ำไรรำพัน คับแค้นใจ. รวมทั้ง 2 สาเหตุเรียกว่า อกุศลจิต. จิตที่หดตัว เป็นกลุ่มก้อน ย่อมมีความหนาแน่น มีน้ำหนัก และร้อน ทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงในตัวของมันเองด้วย และจิตกลุ่มอื่นๆ ที่มีลักษณะเดียวกันด้วย จะกระจายตัวไปสู่ที่ต่ำ ซึ่งตรงกับคติทางศาสนาทุก ศาสนาที่ว่า จิตอกุศลย่อมไหลไปสู่ที่ต่ำ เช่น นรก. (3) ลักษณะที่เป็นอิสระ ว้างเปล่า ไม่แผ่กระจาย ตัว ไม่หดตัวเข้าสู่ศูนย์กลาง ไม่มีการปรุงแต่งใดๆ ไม่รับและไม่ส่งอิทธิพลของความโน้มถ่วง ไม่ว่า รูปแบบใดๆ (นิพพิทาวีระคะ).

2.2 แรง-คลื่น (force-wave)

2.2.1 สสารมืด (dark matter) พลังงานมืด (dark energy) และหลุมดำ (black hole) : สิ่งที่ยังไม่สามารถจับต้องได้

สสารปกติในเอกภพ ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบแล้ว มีเพียงร้อยละ 4.6 เท่านั้น ที่เหลืออีก ร้อย ละ 25 เป็นมวลและพลังงาน ส่วนที่เหลือออกนั้น ยังคงเป็นปริศนาว่า มันคืออะไร. นักดาราศาสตร์ ได้ข้อสรุปว่า สสารทุกชนิดในเอกภพ ควรเป็นวัตถุมีมวล เพราะมันมีความโน้มถ่วง สามารถดึงดูด ดาราจักรและกลุ่มดาราจักร เข้าไว้ด้วยกันได้. พวกเขาคาดว่า สสารเหล่านั้นอาจประกอบด้วย อนุภาคมูลฐานชนิดพิเศษ ซึ่งเกิดขึ้นช่วงหลังการเกิดบิกแบง.

สสารมืด และ พลังงานมืด ยังคงเป็นปริศนาในโลกวิทยาศาสตร์อีกยาวไกล ว่ามันคือสิ่งใดกัน

แน่, นักวิทยาศาสตร์ จึงวางมันไว้ในระบบอุดมคติก่อน เพื่อรอการพิสูจน์. หากวัตถุใด ที่สามารถดูดกลืนรังสี (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า) ทั้งหมดไว้ ก็สันนิษฐานไว้ก่อนว่า สิ่งนั้นคือ “วัตถุมืด” อาจมีลักษณะเป็นรูปทรงกลมกลวง ที่แสงผ่านเข้าไปแล้ว ไม่สามารถกลับออกมาได้ ในขณะเดียวกัน มันก็แผ่รังสีความร้อน (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงความถี่ อินฟราเรด) ออกมา เพื่อรักษาเสถียรภาพ หรือสถานะของมันให้ดำรงอยู่ (ดูดกลืน = ปลดปล่อย) ตามกฎสมดุล (balance rules). วัตถุประเภทนี้มีคุณสมบัติคล้ายหลุมดำ (black hole).

นักดาราศาสตร์เชื่อว่า ในกระจุกดาราจักรขนาดใหญ่ มีความหนาแน่นของดาวฤกษ์ และมีหลุมดำขนาดยักษ์ ซ่อนอยู่ที่ใจกลาง. ล่าสุดพบว่า กระจุกดาราจักรขนาดเล็ก (กระจุก 20 – 30 ดาราจักร) ก็มีหลุมดำยักษ์เช่นกัน. พวกเขาเชื่ออีกว่า เอกภพ อาจจะซุกซ่อนหลุมดำยักษ์เอาไว้มากกว่าที่คิด. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก หอดูดาวแฟร์มี ของนาซา, พบพฤติกรรมการณ์การแผ่รังสีแกมมา ของดาราจักรแอนโดรเมดา ซึ่งมีดาวฤกษ์กระจุกตัวอย่างเข้มข้นอยู่ตรงใจกลาง แทนที่จะกระจายตัวเฉลี่ยออกไปเท่าๆ กัน. ทำให้เกิดข้อสันนิษฐานว่า รังสีแกมมาไกระจุกดาราจักรนี้ น่าจะเกิดจากสสารมืด ซึ่งอยู่ในใจกลางของกระจุกดาราจักร.^[14]

หลุมดำ เป็นปรากฏการณ์ ที่มนุษย์เข้าใจได้ยาก แต่สรุปเป็นหลักการง่ายๆ ว่า “สิ่งเสมือนจุดหนึ่งจุด ที่มีมวลหนาแน่นมาก”. ถ้าเราลองจินตนาการว่า ถ้าเอกภพ คือแผ่นยางราบเรียบ หลุมดำ ก็คือลูกบอลน้ำหนักมาก ที่วางอยู่บนแผ่นยาง น้ำหนักจะดึงผิวแผ่นยาง ให้ห้อยย้อยลงไป ทำให้เรามองเห็นหลุมดำ (ตามจินตนาการ) ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน. คือ (1) *บริเวณขอบของ “ปากแตร”* เป็นบริเวณที่กว้างที่สุดของปากหลุม จะมีแรงดึงดูดเข้าสู่ศูนย์กลางของหลุม ระดับหนึ่ง ซึ่งวัตถุใดๆ ที่โคจรเข้าไปในบริเวณนี้ ยังคงต่อสู้แรงดึงดูดได้บ้าง จนสามารถรักษาวงโคจรของมันได้อยู่. เขตนี้ นับว่าเป็นเขตอันตราย สำหรับวัตถุที่โคจรผ่านเข้าไปใกล้หลุมดำ. (2) *ขอบฟ้าเหตุการณ์ (event horizon)* หรือ เส้นผ่าศูนย์กลางของหลุมดำ ถือว่าเป็นเขตหายนะของวัตถุใดๆ ที่ล้เข้าไปในเส้นขอบฟ้าเหตุการณ์. ไม่ว่าสิ่งใดๆ แม้กระทั่งแสงและเวลา เมื่อโคจรเข้าไปแล้ว จะไม่สามารถหลุดออกมาได้เลย. ณ จุดนี้เป็นต้นไปจนกระทั่งถึงภาวะเอกฐาน ยิ่งเข้าไปใกล้จุดที่เป็นภาวะเอกฐาน เวลา ก็จะเคลื่อนตัวช้ามากๆ จนกระทั่งที่จุดภาวะเอกฐาน เวลาจะหยุดนิ่ง. (3) จุดหนึ่งจุด ที่เป็น *ภาวะเอกฐาน (Singularity)* ซึ่งก็คือ มวลของหลุมดำ ที่อัดแน่น. ภาวะเอกฐาน มีค่าประมาณ 10^{-33} เซนติเมตร. และถ้าหลุมดำนี้ จะประพาดติดเป็นรูหนอนอวกาศ ตามกฎแรงโน้มถ่วงควอนตัม มันจะมีช่วงอายุการเกิดที่สั้นมากที่สุด คือ 10^{-43} วินาที เท่านั้น.

¹⁴ SCIENCE ILLUSTRATED. ฉบับที่ 77. November 2017, หน้า 14.





หลุมดำ เกิดขึ้นจากการสิ้นอายุขัยของดาวฤกษ์ ที่มีขนาดจำเพาะ. ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่ มีขนาดเท่ากับดวงอาทิตย์ ซึ่งมีอายุราว 4,000 ล้านปี, เมื่อมันเผาผลาญเชื้อเพลิงของมัน (ไฮโดรเจน) จนหมดลง ดาวฤกษ์ก็จะขยายตัวออกเป็น ดาวยักษ์แดง (red giant) ก่อนจะหดตัวลงเป็น ดาวแคระขาว (white dwarf). แต่ถ้าดาวฤกษ์ มีมวลมากกว่า ดวงอาทิตย์ 10 – 30 เท่า, เมื่อเชื้อเพลิงหมด มันจะยุบตัวและระเบิดเป็น ซูเปอร์โนวา และหลังจากนั้น ซากที่หลงเหลือจากการระเบิด ถ้ามีขนาดเล็กกว่า ดวงอาทิตย์ ก็จะกลายเป็น ดาวนิวตรอน ที่มีความหนาแน่นสูงมาก ๆ แต่ถ้าเศษซากที่หลงเหลือจากการระเบิดซูเปอร์โนวา ยังคงมีมวลใหญ่กว่าดวงอาทิตย์ ก็จะยุบตัวเป็น หลุมดำ.^[15] หลุมดำขนาดเล็ก ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 กิโลเมตร แต่มีมวล เกือบ 5 เท่า ของน้ำหนักของดวงอาทิตย์. หรือแม้กระทั่งหลุมดำ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 1 เซนติเมตร แต่มวลของมันหนักประมาณครึ่งหนึ่งของ มวลของโลก. 3,370,000,000,000,000,000,000 กิโลกรัม (3.370 ล้านล้านล้านล้าน กิโลกรัม).

ในเอกภพมีหลุมดำเกิดขึ้นจำนวนมากมาย, บางครั้งก็เกิดการชนกันเอง (แม้ว่าจะเกิดขึ้นได้ยาก เพราะขอบฟ้าเหตุการณ์ (event horizon) ของหลุมดำแต่ละหลุม มีขนาดเล็กเพียงแค่มิโคร้อยเมตรเท่านั้น). ก่อให้เกิดคลื่นกระแทก ที่เรียกว่า คลื่นความโน้มถ่วง (gravitational waves) แผ่ออกไปในอวกาศ. แม้จะเป็นการสั่นสะเทือนเพียงเล็กน้อย แต่เพราะมวลขนาดใหญ่ยักษ์ของหลุมดำ มันสามารถส่งอิทธิพลของคลื่นความโน้มถ่วง ออกไปได้ไกล จนสามารถวัดค่าได้. สัญญาณเก่าแก่ ที่มาจากการชนกัน ของเทหวัตถุ หรือสสารในอวกาศ มีส่วนช่วยในการตอบคำถามที่ว่า มีอะไรเกิดขึ้นภายในหลุมดำ.

นักวิทยาศาสตร์ ตรวจจับรังสีเอกซ์จากหลุมดำ ได้เป็นครั้งแรก เมื่อปี ค.ศ. 1964 จากหลุมดำขนาดกลาง ชื่อ ซิกนัส เอกซ์-1 (Cygnus X-1) มีมวล 14.8 เท่า ของดวงอาทิตย์ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 87 กิโลเมตร. และในปี ค.ศ. 1974 สตีเฟน ฮอว์กิง ได้เสนอทฤษฎีที่อธิบายว่าหลุมดำ สามารถสลายตัว เมื่อกาลเวลาผ่านไปหลายพันล้านปี การสลายตัวของหลุมดำ จะปลดปล่อยรังสีชนิดหนึ่งออกมาอย่างช้า ๆ เรียกสิ่งนี้ว่า รังสีฮอว์กิง.

ประวัติศาสตร์ของ หลุมดำ ยังเป็นกรณีศึกษาของนักดาราศาสตร์ ต่อไปอีกนาน, เพราะมันมีอิทธิพลต่อระบบสุริยะ ดาราจักร ทั่วเอกภพ และส่งผลต่อพัฒนาการของมนุษยชาติด้วยเช่นกัน. แมกซ์ แพลงค์ (Max Planck : 1858–1947 A.D.) เป็นบุคคลแรก ๆ ที่พูดถึงการแผ่รังสีของวัตถุมืด หรือ หลุมดำ. ก่อนปี ค.ศ. 1900 ปรัชญาการณธรรมชาติที่เกิดขึ้น มักจะอธิบายตามกฎกล

¹⁵ SCIENCE ILLUSTRATED. ฉบับที่ 65. November 2016, หน้า 70–75.

ศาสตร์ของนิวตัน และ ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์ เวลล์. แต่เมื่อมีการทดลองและการค้นพบสิ่งใหม่ๆ เช่น (1) ปรากฏการณ์การแผ่รังสีของวัตถุมืด (black-body radiation). (2) ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (photoelectric effect) เป็นปรากฏการณ์ที่ อิเล็กตรอน หลุดออกจากสสาร เมื่อสสารนั้น สัมผัสกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง. เรียกอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาว่า *โฟโตอิเล็กตรอน*. (3) ปรากฏการณ์ควันตัม และสเปกตรัมของอะตอม อันเนื่องมาจากการวิปริต และการเกิดสภาพซ้อนสถานะของอิเล็กตรอน. ทำให้ กลศาสตร์ของนิวตัน และทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์ เวลล์ ไม่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวได้. จำเป็นต้องใช้ ทฤษฎีควันตัม (quantum theory) ซึ่งเสนอโดย แมกซ์ แพลงค์ และกลศาสตร์ควอนตัมแบบใหม่ เพื่ออธิบายพฤติกรรมของการแผ่รังสีของวัตถุมืด และปรากฏการณ์อื่นๆ ที่น่าสนใจตามมา เช่น แรงโน้มถ่วงควอนตัม (quantum gravity) ที่อาจอยู่ในใจกลางของหลุมดำ.^[16] เนื่องจาก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอนุภาคที่มีพลังงานมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความถี่, ส่งผลให้ระดับพลังงานในธรรมชาติ มีความไม่แน่นอนและไม่ต่อเนื่อง (เช่นเดียวกับลักษณะของ ควันตัม) ตามหลักแห่งความไม่แน่นอน.

นอกจากนี้ ยังมีสารอีกประเภทหนึ่ง เรียกว่า สารประหลาด (exotic material) [ซึ่งน่าจะเรียกว่า ‘สารพระเจ้า’ มากกว่า สิ่งใดที่นักวิทยาศาสตร์คาดว่าจะมีอยู่ แต่ยังไม่แน่ใจว่าคืออะไร มักจะยกให้เป็นอำนาจพระเจ้าสร้างมันขึ้นมา]. สารประหลาด มีความหนาแน่นของพลังงาน โดยเฉลี่ยเป็นลบ ซึ่งจะวัดค่ามันได้ ผู้ทำการวัดจะต้องเคลื่อนที่ผ่านมัน ด้วยอัตราความเร็วใกล้ความเร็วแสง. สารประหลาดก็ยังคงเป็นเพียงทฤษฎีหนึ่ง ซึ่งยังทำการพิสูจน์ได้ยากอยู่นั่นเอง.

2.2.2 แรงพื้นฐานของธรรมชาติ อยู่เบื้องหลังของปรากฏการณ์ต่างๆ ในเอกภพ

ที่จริง ธาตุและสสารทุกประเภทในเอกภพ มีแรงและพลังงานซ่อนแฝงอยู่. มนุษย์ รับรู้แรงและพลังงานได้ จากประสาทสัมผัส กลิ่น น้ำหนัก การเคลื่อนไหว และการเสียดทาน ที่เกิดจากวัตถุธาตุ-สสาร นั้น. นักวิทยาศาสตร์ ได้สร้าง แบบจำลองมาตรฐาน (standard model) ขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ของอนุภาคสสาร ที่ทยอยกันค้นพบ. (ล่าสุดคือ อนุภาคสื่อแรง ชื่อ Higgs boson) อนุภาคเหล่านั้น เกิดขึ้นมาได้อย่างไร มีอะไรเป็นองค์ประกอบ และมีโครงสร้างอย่างไร. แบบจำลองมาตรฐาน อธิบายว่า อนุภาคมูลฐานในเอกภพ ประกอบด้วย อนุภาคสสาร 12 ชนิด ที่สามารถรวมตัวกัน และเกิดอันตรกิริยาต่อกัน ผ่านอนุภาคที่เป็นพาหะของแรง หรืออนุภาค

¹⁶ แมกซ์ แพลงค์ สังเกต พลังงานของแสง (จากอนุภาคโฟตอน ซึ่งไม่มีมวล) มันจะแบ่งส่วนย่อยๆ ของพลังงานออกมาเป็นห้วงๆ เรียกว่า “ควอนตา” เขาพยากรณ์ว่า “มันก็แค่เป็นสิ่งที่สมมุติขึ้นมาเท่านั้น ... จริงๆ แล้ว ข้าพเจ้าไม่ได้คิดอะไรกับมันมากหรอก ...” สังเกตว่า การค้นพบของวิทยาศาสตร์ เริ่มจาก การจินตนาการมาก่อน.





สี่แรง 4 ชนิด. โปรตอน และ นิวตรอน เกิดจากอนุภาคมูลฐานทั้ง 12 ชนิด และเมื่อรวมกับ อิเล็กตรอน จะกลายเป็น อะตอม, หลายๆ อะตอม รวมกันเป็น โมเลกุล, หลายๆ โมเลกุล รวมกัน เป็นโครงสร้างของ สิ่งต่าง ๆ. ตั้งแต่ วัตถุขนาดเล็ก สิ่งมีชีวิต จุลินทรีย์ แบคทีเรีย พืช สัตว์ ไปจนถึง ดาวเคราะห์หิน ดาวฤกษ์ ระบบสุริยะ ดาราจักร และอื่นๆ ในห้วงอวกาศ. แต่แบบจำลองมาตรฐาน นี้ กลับไม่ได้รวม แรงโน้มถ่วง เอาไว้ด้วย.

1 แรงแม่เหล็กไฟฟ้า

แรงอันตรึงควบคุมทุกกระบวนการของชีวิตบนโลก

แรงแม่เหล็กไฟฟ้าคือแรงในธรรมชาติที่ทำให้แม่เหล็กดูดหรือผลักกัน แต่แรงนี้ก็ทำงานในระดับอะตอมด้วยเช่นกัน รอบๆ ทุกอะตอมจะมีกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนปกคลุมอยู่ และด้วยแรงดึงดูดทางแม่เหล็กไฟฟ้านี้เองที่ทำให้กลุ่มหมอกรวมตัวกับอิเล็กตรอนจากอะตอมอื่น แรงนี้จึงเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีรวมถึงกระบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตทั้งในมนุษย์และสัตว์ แรงนี้ยังมีส่วนในการเป็นอันตึงและเป็นสาเหตุของปรากฏการณ์ทางแสงและไฟฟ้า

พาหะแรง: โฟตอน

แรงแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผ่านระหว่างอนุภาคมีประจุโดยโฟตอน กระบวนการแลกเปลี่ยนโฟตอนจะทำให้เกิดแรงดูดหรือแรงผลัก

ไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก

พลังแม่เหล็กและไฟฟ้าเป็นผลลัพธ์สองอย่างจากแรงเดียวกัน ความสัมพันธ์อันใกล้ชิดนี้แสดงให้เห็นได้ด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า

2 เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟ แม่เหล็กมีอำนาจแม่เหล็กในทันที

1 สายไฟพันรอบแท่งเหล็กที่ไม่มีอำนาจแม่เหล็ก เมื่อยังไม่จ่ายไฟ

แหล่งจ่ายไฟ

สนามแม่เหล็ก

2 แรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม

แรงที่แข็งแกร่งที่สุดในธรรมชาติ ยึดเหนี่ยวนิวเคลียสของอะตอมไว้ด้วยกัน

แรงนิวเคลียร์อย่างเข้มยึดเหนี่ยวอนุภาคควาร์กซึ่งเป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดในนิวเคลียสของอะตอมไว้ด้วยกัน อนุภาคควาร์กจะรวมตัวกันเป็นอนุภาคโปรตอนและนิวตรอน โดยทั้งโปรตอนและนิวตรอนแต่ละอนุภาคจะประกอบขึ้นจากควาร์ก 3 อนุภาค แรงนิวเคลียร์อย่างเข้มทำงานโดยอนุภาคกลูออน ซึ่งเป็นเหมือนกาว ยอนเทของแรงนิวเคลียร์นั้นสั้นมาก มีระยะแค่ไม่กี่เฟมโตเมตร นิวเคลียสของอะตอมแต่ก็เป็นแรงที่แข็งแกร่งที่สุดในธรรมชาติ การยึดเหนี่ยวโดยกลูออนจะเพิ่มขึ้นเมื่อควาร์กถูกดึงออกจากกัน ซึ่งต้องใช้พลังงานมหาศาลถึงจะการแยกออกจากกันได้

พาหะแรง: กลูออน

กลูออนยึดเหนี่ยวควาร์ก 3 อนุภาคซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรตอนและนิวตรอนเข้าด้วยกัน แรงจะไม่ส่งผลกระทบกับสิ่งที่อยู่พ้นนิวเคลียสของอะตอมออกไป

พลังงานนิวเคลียร์ใช้ประโยชน์จากแรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม

พลังงานนิวเคลียร์ใช้พลังงานจากการแยกอะตอมของธาตุเช่นยูเรเนียม เมื่อ นิวเคลียสของอะตอมแตกออกจากกัน แรงนิวเคลียร์อย่างเข้มจะถูกขัดขวางและปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมา

1 เมื่อยูเรเนียม-235 ถูกชนโดยนิวตรอน อะตอมจะกลายเป็น ยูเรเนียม-236 ที่ไม่เสถียร

2 แรงนิวเคลียร์อย่างเข้มไม่สามารถยึดนิวเคลียสไว้ด้วยกันได้ มันจึงแตกออกเป็นอะตอมที่เล็กลง

3 ระหว่างการแตกออก นิวตรอน 3 อนุภาค และพลังงานมหาศาลจะถูกปลดปล่อยโดยการแผ่รังสี

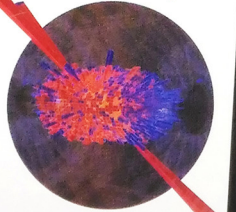
ภาพที่ 2.07a แรงพื้นฐานที่ค้นพบแล้ว 4 ชนิด (ภาพจาก : SCIENCE ILLUSTRATED - June No.72/2017)

3 แรงนิวเคลียร์อย่างอ่อน

แรงอย่างอ่อนทำให้เกิดการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

เช่นเดียวกับแรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม แรงนิวเคลียร์อย่างอ่อนจะทำงานแค่ภายในนิวเคลียสของอะตอมเท่านั้น โดยกระตุ้นให้เกิดหนึ่งในการสลายกัมมันตรังสีสามแบบ นั่นคือ การสลายให้อนุภาคบีตา (beta decay) การสลายตัวเกิดขึ้นเมื่อแรงนิวเคลียร์อย่างอ่อนแปลงนิวตรอนให้เป็นโปรตอน กระบวนการนี้ทำให้นิวเคลียสของอะตอมแผ่รังสีเป็นอิเล็กตรอน ความเร็วใกล้แสง แรงนิวเคลียร์อย่างอ่อนมีขอบเขตสั้นกว่าแรงนิวเคลียร์อย่างเข้มถึง 1,000 เท่า และอ่อนแรงกว่าหลายล้านเท่า

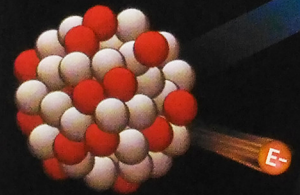
พาหะแรง:
อนุภาค W และ อนุภาค Z



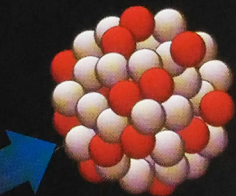
■ ในนิวเคลียสของอะตอม แรงนิวเคลียร์อย่างอ่อนส่งผ่านระหว่างโปรตอนกับนิวตรอนด้วยอนุภาค W และอนุภาค Z ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีอายุเพียงชั่วครู่เท่านั้น

การสลายตัวเป็นสาเหตุของการแผ่กัมมันตภาพรังสี

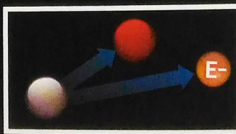
หนึ่งในปรากฏการณ์โดยแรงนิวเคลียร์อย่างอ่อนคือการสลายให้อนุภาคบีตา ซึ่งเกิดขึ้นในอะตอมของธาตุต่างๆ เช่น ซีเซียม-137



1 นิวตรอนถูกแปลงเป็นโปรตอนในนิวเคลียสของอะตอม ทำให้อะตอมของซีเซียมกลายเป็นแบเรียม



2 การแปลงเป็นโปรตอนทำให้เกิดการแผ่รังสีอิเล็กตรอนและปฏินิวตริโนออกมา



4 แรงโน้มถ่วง

แรงโน้มถ่วงยึดเหนี่ยวดาราจักรไว้ด้วยกัน

แรงโน้มถ่วงทำงานระหว่างอนุภาคและวัตถุที่มีมวลทุกชนิด แรงดึงดูดระหว่างมวลวัตถุขนาดเล็กน้อยมาก แต่จะเข้มข้นขึ้นในระดับจักรวาล ระยะทำการของแรงโน้มถ่วงนั้นเป็นอนันต์ มันจึงบีบดาวเคราะห์ให้เป็นก้อนกลมและยึดเหนี่ยวกาแล็กซีขนาดใหญ่ไว้ด้วยกันได้ ทฤษฎีสัมพัทธภาพของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์บรรยายอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงในจักรวาลได้อย่างแม่นยำ กว่านักวิทยาศาสตร์ยังไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ว่า แรงที่รู้จักกันดีนี้ทำงานอย่างไร

พาหะแรง:
กราวิตอน



■ นักฟิสิกส์เชื่อว่าแรงดึงดูดโดยมวลอาจเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนอนุภาคกราวิตอน แต่ปัจจุบันนักฟิสิกส์ยังพิสูจน์ไม่ได้ถึงการมีอยู่ของอนุภาคนี้

มวลเผยให้เห็นสสารมืด

ดาราจักรในเอกภพหมุนรอบตัวเองอย่างรวดเร็วเสียจนดวงดาวน่าจะกระจัดกระจายไปคนละทิศละทาง เว้นเสียแต่ว่าจะมีสสารมืดมายึดพวกมันไว้ให้อยู่ในวงโคจรด้วยแรงโน้มถ่วง



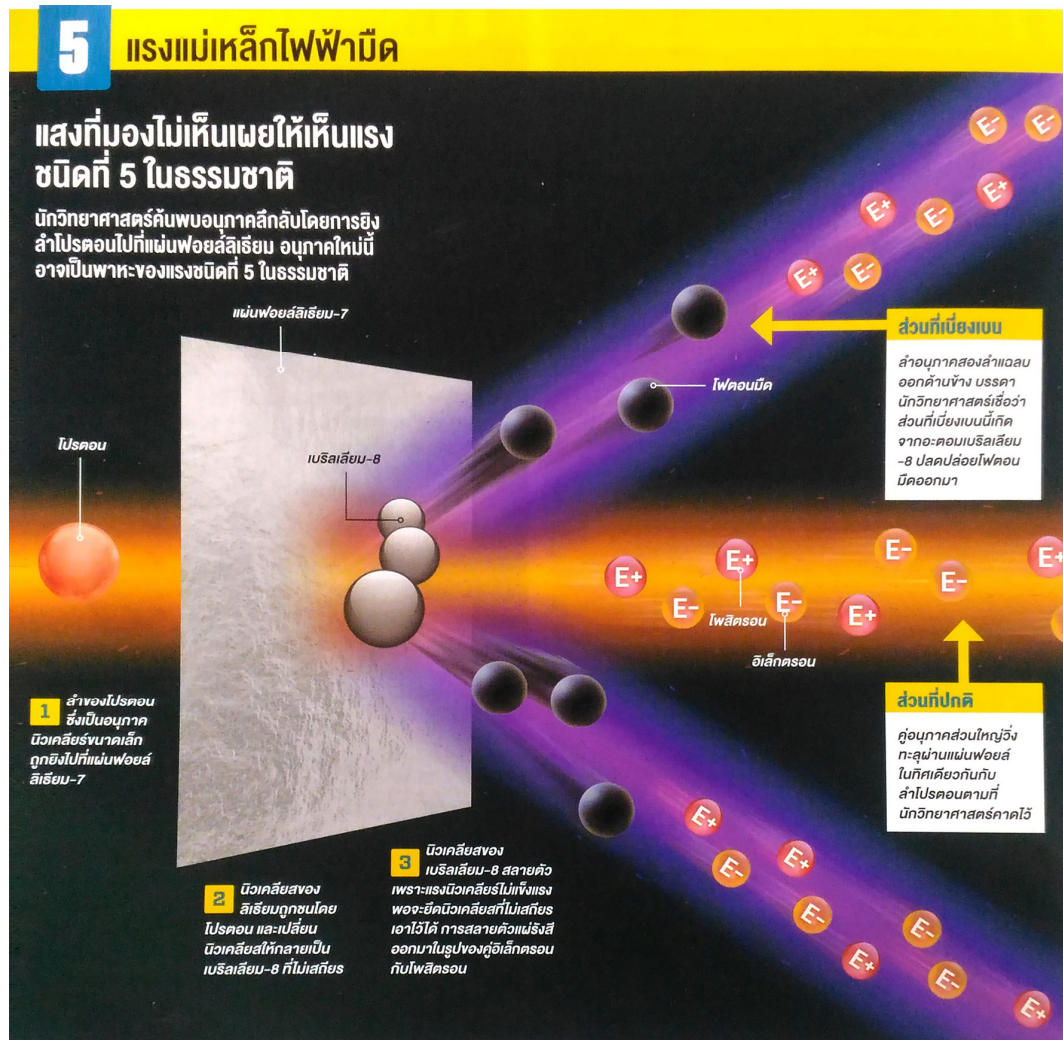
1 การชนกันของกระจุกดาราจักรสองแห่งทำให้เกิดกระจุกดาวกระสุนปืนคาบศิลา (Muskett Ball Cluster) ดาราจักรกระจายตัวออกไปในบริเวณกว้าง ในขณะที่กลุ่มแก๊สกระจุกตัวอยู่บริเวณศูนย์กลางการชน

2 การศึกษากระจุกดาราจักรนี้พบว่า มวลส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ที่เดียวกับดาราจักรหรือกลุ่มแก๊ส หลังการชน แสดงว่ามวลที่วัดได้นี้ต้องมาจากสสารมืดที่มองไม่เห็น

ภาพที่ 2.07b แรงพื้นฐานที่ค้นพบแล้ว 4 ชนิด

(ภาพจาก : SCIENCE ILLUSTRATED - June No.72/2017)





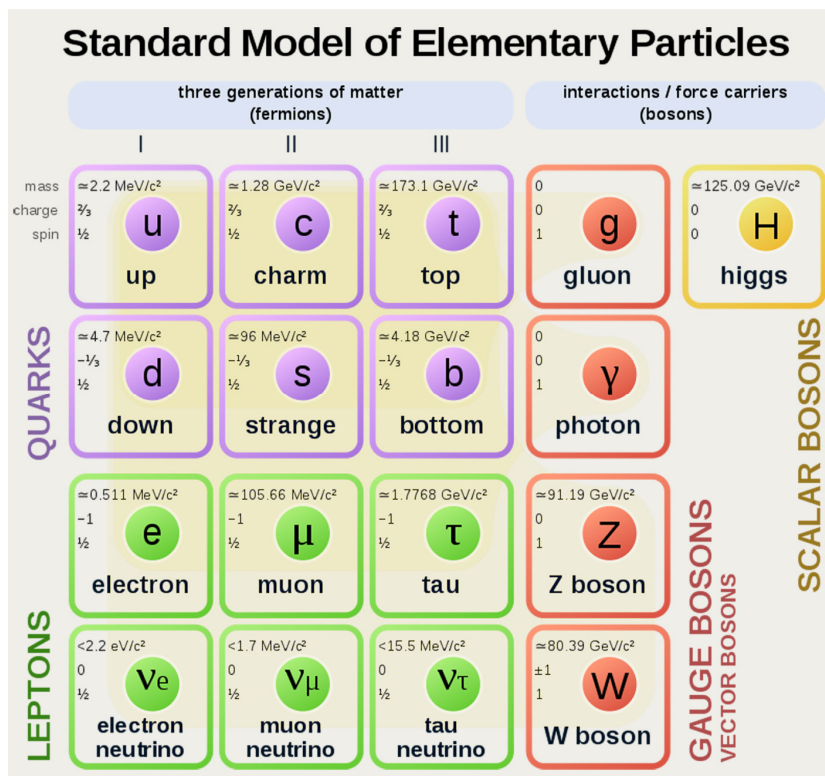
ภาพที่ 2.07c แรงพื้นฐานอีก 1 ชนิด ที่สันนิษฐานว่ามี แต่ยังไม่พบ

(ภาพจาก : SCIENCE ILLUSTRATED - June No.72/2017)

ตามแบบจำลองมาตรฐาน, อนุภาคมูลฐาน 12 ชนิด เรียกว่า เฟอร์มิออน (fermion) ซึ่งถ้าไม่ใช่ ควาร์ก (quarks) ก็เป็น เลปตอน (lepton). ควาร์ก เป็นองค์ประกอบส่วนที่น้อยที่สุดของโปรตอน และ นิวตรอน, ส่วน เลปตอน จะรวมตัวกับ ควาร์ก เท่านั้น. กลุ่มของ ควาร์ก 6 ชนิด คือ up quark, down quark, strange quark, charm quark, bottom quark, top quark. กลุ่มของ เลปตอน 6 ชนิด ได้แก่ electron, muon, tau, electron-neutrino, muon-neutrino, tau-neutrino (นิวตริโน เดินทางด้วยความเร็ว เกือบเท่าแสง และผ่านสสารต่างๆ ได้ อย่างอิสระ มันสามารถเดินทางผ่านโลกได้โดยตรง)

อนุภาคที่เป็นพาหะของแรง เรียกว่า โบซอน (boson) ประกอบด้วย gluon, photon, Z

boson, W boson, Higgs boson. อนุภาคสื่อแรงเหล่านี้ ทำหน้าที่ผลักและดึง ให้อนุภาคทุกชนิด อยู่ในภาวะสมดุล ทำให้อนุภาคมูลฐานทั้งหลาย และอนุภาคอื่นๆ รวมตัวกันได้ และมีมวล. แม้ นักวิทยาศาสตร์ จะเชื่อว่า แรงโน้มถ่วง และ สสารมืด มีอยู่ที่ไหนสักแห่งในเอกภพ แต่ยังค้นหาไม่พบ กลายเป็นส่วนที่ขาดหายไป ในแบบจำลองมาตรฐาน. เพื่อให้การจัดกลุ่มของอนุภาคมูลฐาน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น, นักวิทยาศาสตร์ จึงรวมเอา แรงโน้มถ่วง ที่ยังมองไม่เห็นตัวตน ไว้ในสารบบของแรงด้วย. สรุปว่า แรงที่เกิดมาพร้อมกับเอกภพ (และจะดับสลายไปพร้อมกับเอกภพ) มี 7 ชนิด คือ (1) แรงโน้มถ่วง (gravitational force) (2) แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic force) (3) แรงนิวเคลียร์อย่างอ่อน (weak nuclear force) (4) แรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม (strong nuclear force) และรวมกับแรงชนิดอื่นๆ อีก 3 ชนิด ซึ่งเป็นแรงมีอิทธิพลร่วมกับแรงพื้นฐาน คือ (5) แรงของโมเลกุลชนิดเดียวกัน ดึงดูดกัน (cohesive force) (6) แรงที่เกิดจากคลื่นและกระแสลม (wave) (7) แรงเสียดทาน.



ภาพที่ 2.08 แบบจำลองมาตรฐาน ของอนุภาคที่ค้นพบ

(ภาพจาก วิกีพีเดีย: Standard Model of Elementary Particles.svg - 27 June 2006)





แรงโน้มถ่วง หรือความโน้มถ่วง เป็นแรงที่รู้จักกันดีและเข้าใจได้ง่าย เพราะพบเห็นทุกวัน. แรงโน้มถ่วง ทำให้ดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ดาราจักร เคลื่อนที่เป็นวงโคจร ในขณะที่เอกภพกำลังขยายตัว. ระบบสุริยะของเรา ใช้เวลาประมาณ 225 ล้านปี ในการโคจรรอบดาราจักรทางช้างเผือก 1 รอบ. ดังนั้น ระบบสุริยะทั้งดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ จึงเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็ว ประมาณ 800,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง. แรงไทดัล (tidal gravity) เป็นแรงโน้มถ่วงในธรรมชาติอีกชนิดหนึ่ง ที่สังเกตได้ แรงไทดัล เป็นความแรงโน้มถ่วงที่บีบอัดวัตถุตามทิศทางหนึ่ง และดึงยืดมันในอีกทิศทางหนึ่ง ตรงกันข้าม (ลักษณะเดียวกับการ ฉีก วัตถุให้ขาดจากกัน). แรงไทดัลที่เกิดจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ เป็นตัวการทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง ในมหาสมุทรบนโลกของเรา. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นแรงที่ถูกปลด ปล่อยออกมาจาก ปฏิกริยาและการเคลื่อนไหวภายในอะตอมของสสาร. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นแรงที่อ่อนอย่างอ่อน เป็นแรงที่ทำให้ เกิดการสลายตัว ของสารกัมมันตรังสี เป็นเหตุให้อะตอม มีการสลายตัวอย่างช้าๆ. แรงแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างเข้ม ทำหน้าที่ยึดเกาะโปรตอนและนิวตรอน ให้รวมกันเป็นนิวเคลียส (แก่น) ของอะตอม. นั่นคือ เหตุผลที่ทำให้วัตถุธาตุ สสารต่างๆ ปรากฏตัวตนให้จับต้องได้.

มีแรงกลอีกประเภทหนึ่ง ที่มีอิทธิพลต่อ การเปลี่ยนแปลงรูปทรง การเคลื่อนไหว ของวัตถุ สสาร และเปลือกโลก. ได้แก่ แรงตึงผิว (surface tension) แรงของคลื่นกระแทก (shock wave) แรงของคลื่นไหวสะเทือน หรือคลื่นไหวสะเทือน (seismic wave) แรงของแผ่นดินไหว (earthquake) แรงปะทะของน้ำและลม (swash) แรงที่เกิดจากคลื่นกระแทกจากศูนย์กลาง เช่น แรงจากแผ่นดินไหว ใต้ทะเล (tsunami) แรงจากระเบิด (blast wave) แรงของอนุภาคกลืนต่างๆ (scent particle).

แรงต่างๆ เหล่านี้ มีหน่วยวัด ที่แตกต่างกัน ตามลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะตัว. volt คือ หน่วยวัดแรงดันไฟฟ้า, abvolt คือ หน่วยแรงแม่เหล็กไฟฟ้า (เซนติเมตร-กรัม-วินาที), Gilbert คือ หน่วยวัดแรงแม่เหล็ก, calorie คือ หน่วยวัดพลังงานความร้อน และ watt คือ หน่วยวัดกำลังไฟฟ้า.

แรงที่ทำให้วัตถุต่างๆ หมุนหรือเคลื่อนที่ได้ ตามกฎกลศาสตร์ ของไอแซค นิวตัน ถูกนำไปใช้สร้างจรวด และเครื่องจักรกลต่างๆ มากมาย. กฎพื้นฐาน 3 ข้อ ของนิวตัน กล่าวไว้ว่า (1) วัตถุ จะหยุดนิ่งอยู่กับที่ หรือ เคลื่อนที่ต่อเนื่องด้วยความเร็วคงที่ ไปจนกว่า จะมีแรงภายนอก มากระทำต่อวัตถุนั้น (2) แรง เท่ากับ มวล คูณด้วย ความเร่ง จากสูตร $a = F/m$ (เมื่อ a คือ Acceleration-ความเร่ง, F คือ Force-แรง, m คือ mass-มวลของวัตถุ) (3) แรงกิริยา เท่ากับ แรงปฏิกิริยา หรือแรงกระทำ เท่ากับ แรงต้าน.

แรงที่เกิดจาก คลื่นความดันของเสียง ที่มากเกินไปจนต้องการ อาจสร้างอุปสรรคแก่สภาพแวดล้อม

บนพื้นโลก. ความเร็วเสียง เสียง คือ คลื่นความดัน ที่กระจายตัวออกจากการชนกัน ของโมเลกุล เสียงเดินทางช้า เมื่อเดินทางผ่านก๊าซและอากาศ แต่เคลื่อนที่เร็วขึ้นในน้ำ และเร็วที่สุดเมื่ออยู่ในของแข็ง. เสียงเดินทางในอากาศ ที่ความสูงระดับน้ำทะเล เท่ากับ 1,225 กิโลเมตรต่อชั่วโมง, ในระดับความสูงกว่านี้ เสียงยังเดินทางได้ช้า และในอวกาศ เสียงไม่สามารถเดินทางได้. น้ำที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นตัวกลาง ทำให้เสียงเดินทางได้เร็วเท่ากับ 5,342 กิโลเมตรต่อชั่วโมง. เสียงเดินทางผ่านเนื้อเหล็ก ด้วยความเร็ว 18,423 กิโลเมตรต่อชั่วโมง, และเดินทางผ่านเนื้อหินเพชร ด้วยความเร็ว 43,200 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง.

นักวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างเครื่องบินเร็วเหนือเสียงมาแล้วหลายรุ่น, เครื่องบินขับไล่โจมตี เอฟ/เอ-18 ฮอร์เน็ต (F/A-18 Hornet) สามารถบินทำลายกำแพงเสียง ที่ความเร็ว 1,915 กิโลเมตรต่อชั่วโมง. เครื่องบินที่เร็วที่สุดในโลก ชื่อ คองคอร์ด (ค.ศ.1975) บินด้วยความเร็ว 2,179 กิโลเมตรต่อชั่วโมง, แต่สร้างมลภาวะโซนิกบูม ด้วยพลังเสียง 136 เดซิเบล สร้างความเสียหายแก่บ้านเรือน และสิ่งปลูกสร้างที่มันบินผ่าน เครื่องบินรุ่นนี้ จึงถูกยกเลิกไป ในปี ค.ศ. 2003.^[17]

ความเร็วของรถเลื่อนจรวดที่แล่นบนราง เมื่อปี ค.ศ. 2003 เท่ากับ 10,325 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (8.5 มัก). ในปี ค.ศ. 1973 เรือที่เร็วที่สุดในโลก ชื่อ สปริต ออฟ ออสเตรเลีย (Spirit of Australia) ถูกสร้างขึ้น ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ไอพ่น แล่นด้วยความเร็ว 511 กิโลเมตรต่อชั่วโมง. เครื่องบิน ล็อกฮีด เอสอาร์-71 แบล็คเบิร์ด (Lockheed SR-71 Blackbird) ที่ได้ชื่อว่าเร็วที่สุดในโลก ล้ำล่าสุด บินได้เร็ว 3,530 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (เร็วกว่า จรวดต่อสู้อากาศยาน). ยานอวกาศ นิว ฮอไรซันส์ (New Horizons) ถูกส่งออกไปเพื่อสำรวจ ดาวพลูโต เมื่อปี ค.ศ. 2006 แล่นด้วยความเร็ว 58,536 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจัดว่าเป็นยานอวกาศ ที่แล่นได้เร็วที่สุดในโลกในขณะนี้.

กระแสไฟฟ้า เกิดจาก อิเล็กตรอน ที่กำลังเคลื่อนที่เป็นวงจร กระแสไฟฟ้าในวงจร อาจเป็นการไหล ของประจุบวก หรือ ประจุลบ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่าง. ถ้าเป็นกระแสไฟตรง (direct current) อิเล็กตรอน จะไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวก อิเล็กตรอน ที่กำลังเคลื่อนที่ จะให้พลังงาน เป็นไปตามกฎของโอห์ม (Ohm's Law) คือ V หรือ $E = R \times I$. เมื่อ V คือ แรงดันไฟฟ้า (voltage - มีหน่วย เป็น volt: V) แรงที่ทำให้ อิเล็กตรอน ที่มีความต่างศักย์เคลื่อนที่ไปในวงจร. R คือ ความต้านทานไฟฟ้า (resistance - มีหน่วย เป็น ohm:) ตัวชี้ความยากหรือง่าย ในการไหลผ่าน ของกระแสไฟฟ้า. I คือ กระแสไฟฟ้า ในวงจร (current intensity

¹⁷ SCIENCE ILLUSTRATED. ฉบับที่ 80. February 2018, หน้า 60-61.





- มีหน่วย เป็น **ampere: A**).

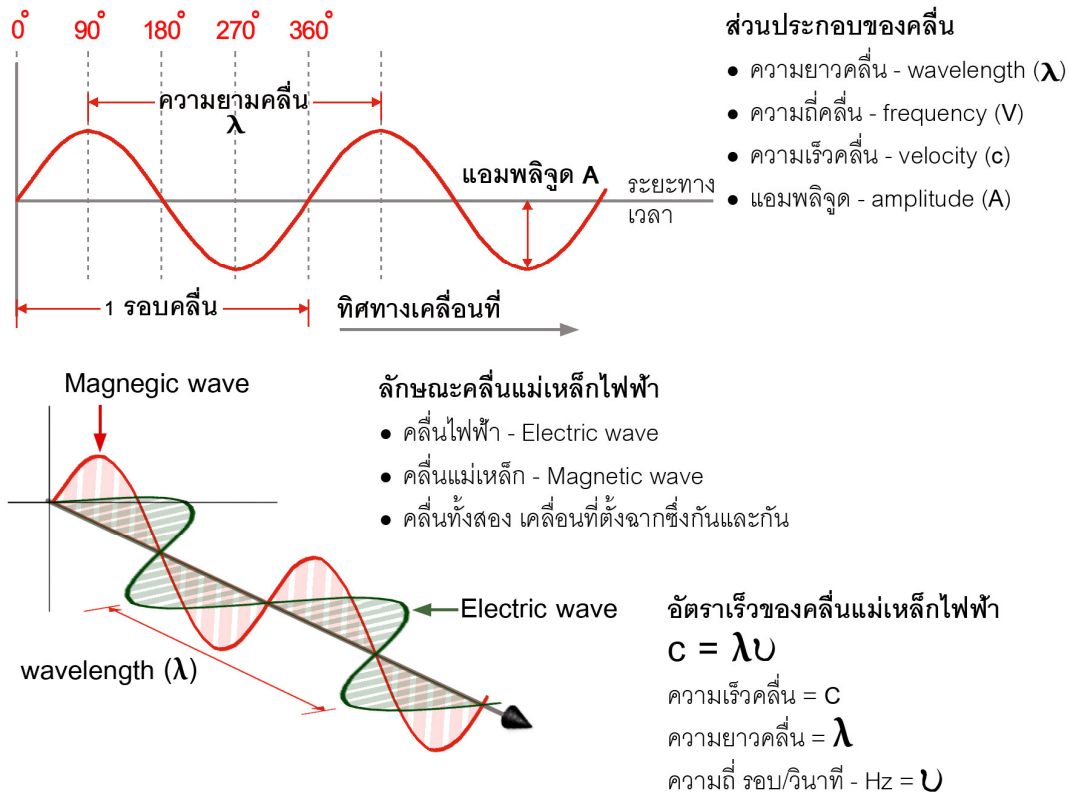
2.2.3 คลื่นและพฤติกรรมของคลื่น

ในเอกภพอันกว้างใหญ่ ได้ซุกซ่อนคลื่นต่างๆ เอาไว้มากมาย ล้วนแต่เป็นคลื่นที่มนุษย์ไม่อาจสัมผัสมันได้โดยตรง แต่อาจใช้เครื่องมือเทคโนโลยีช่วยได้บ้าง เช่น คลื่นที่มีความยาวสั้นมากๆ และยาวมากๆ (**long-short wave**) คลื่นความร้อน (**heat**) คลื่นตกกระทบ (**incident wave**) คลื่นวิทยุ (**radio**) คลื่นไฟฟ้า (**electric**) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (**electromagnetic**) คลื่นไมโครเวฟ (**microwave**) รังสีต่างๆ (**radiation**) คลื่นสมอง (**brain wave**). นั่นเป็นเพราะว่า สสารทุกชนิดทุกประเภท ที่มีอนุภาคหรือสสารอยู่จะสั่นไหว จะแผ่รังสีในย่านความถี่ต่างๆ ออกมาเสมอ.

ชนิดของคลื่น คลื่นแบ่งออกตามลักษณะของตัวกลาง ได้เป็น 2 ประเภท คือ (1) คลื่นกล (**mechanical wave**) คือ คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก (2) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (**electromagnetic wave**) คือ คลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่. แต่ถ้าจำแนกคลื่น ตามลักษณะการกำเนิดคลื่น แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ คลื่นดล และ คลื่นต่อเนื่อง. คลื่นดล (**pulse wave**) คือ คลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิด สั่นเพียงครั้งเดียว แล้วเกิดคลื่นลูกหนึ่ง กระจายออกจากแหล่งกำเนิด เช่น คลื่นที่เกิดจากการโยนหินลงไปในน้ำ. คลื่นต่อเนื่อง (**continuous wave**) คือ คลื่นที่เกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิด หลายครั้งติดต่อกัน ทำให้เกิด คลื่นหลายลูกติดต่อกัน เช่น คลื่นน้ำที่เกิดจากการใช้มอเตอร์. การจำแนกคลื่น ตามลักษณะการเคลื่อนที่ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว. คลื่นตามขวาง (**transverse wave**) เป็นคลื่นที่ส่งผ่านไปในตัวกลาง แล้วทำให้อนุภาคในตัวกลาง เคลื่อนที่ตั้งฉากกับทิศทาง. เช่น คลื่นแสง และคลื่นตามขวางในเส้นเชือก. คลื่นตามยาว (**longitudinal wave**) เป็นคลื่นที่ส่งผ่านไปในตัวกลาง แล้วทำให้อนุภาคในตัวกลาง เคลื่อนที่ตามแนวขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นเสียง คลื่นสปริง เป็นต้น.

คุณสมบัติพื้นฐานร่วมกัน ของคลื่นทุกประเภท คือ ถ้าเปลี่ยนทิศทาง จะเกิดการสะท้อนเมื่อตกกระทบผิว (คุณสมบัติการสะท้อน - **reflection**). ถ้าเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่ง ไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง คลื่นจะเปลี่ยนทิศทาง (คุณสมบัติการหักเห - **refraction**). ถ้าคลื่นเคลื่อนที่โดยการขยายวงออกไปเรื่อยๆ เช่น คลื่นที่วิ่งผ่านออกจากช่องแคบๆ จะมีลักษณะขยายขนาดของลำคลื่นออกไป (คุณสมบัติการเลี้ยวเบน - **diffraction**). ถ้าคลื่นวิ่งมาติดกัน จะเกิดการซ้อนทับกันได้ (คุณสมบัติการแทรกสอด - **interference**). ถ้าคลื่นมีความถี่ต่างกัน จะเคลื่อนที่แยกตัวออกจากกัน (คุณสมบัติการกระจาย - **dispersion**). การเคลื่อนที่ของคลื่น จะเป็นเส้นตรงเสมอ (คุณสมบัติการแผ่เชิงเส้นตรง - **rectilinear propagation**). ตัวอย่างของคลื่น ที่เราพบได้

ประจำวัน เช่น คลื่นเชิงกล (คลื่นผิวน้ำ คลื่นเสียง) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (รังสีเอ็กซ์ รังสีแกมมา รังสีอัลตราไวโอเล็ต แสงที่เรามองเห็น คลื่นอินฟราเรด คลื่นไมโครเวฟ คลื่นวิทยุ) รวมทั้ง คลื่นสนามแรงโน้มถ่วง.



ภาพที่ 2.09 ส่วนประกอบของคลื่น และลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ ได้แก่ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic waves) คลื่นแรงโน้มถ่วง (gravitational wave) คลื่นการกระเพื่อม การสั่น (pulsation wave) ส่วนคลื่นพลังจิต (psychical wave) เป็นคลื่นเพียงชนิดเดียว ที่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถสร้างเครื่องมือตรวจจับได้ จึงเป็นคลื่นที่ไม่สามารถค้นพบได้ โดยวิธีกลศาสตร์. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาของคลื่นทุกชนิด ได้แก่ ระยะตำแหน่ง (spatial) เวลา (temporal) และ จังหวะ (rhythm) ของอนุภาคที่อยู่รอบๆ.

ภาวะคลื่น เป็นสิ่งที่มีอยู่ในทุกสถานที่ ทุกเวลา รอบตัวเรา แต่ประสาทสัมผัสทางตา สามารถรับความยาวคลื่นเหล่านั้น ได้แค่ระดับ 400 - 700 นาโนเมตร. มนุษย์ มองเห็นสีของแสงได้จำกัดอย่างมาก ไม่เกิน 256 สี ทั้งที่ในเอกภพ มีสีมากกว่า 16.7 ล้านสี. สายตามนุษย์ สามารถมองเห็น





ภาพสามมิติจริง กับ สามมิติจำลอง (hologram picture) ได้. ประสาทสัมผัสทางหู สามารถรับความดังของเสียง ได้จำกัด แค่ 30 – 140 เดซิเบล และ รับคลื่นความถี่ของเสียง ได้ 20 – 20,000 เฮิรตซ์ เท่านั้น. คลื่นเสียง ที่มนุษย์รับรู้ได้ ผ่านประสาทสัมผัส และผ่านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ silent, loud, low-high frequency, echo, ultrasound, ultrasonic, big bang, musical, voice, alto, sonic. คลื่นแสง ที่มีอยู่ในเอกภพ ที่สายตามนุษย์รับรู้ และ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์วัดค่าได้ ได้แก่ sunlight, electric light, flash, daylight, back-light, aurora, ultraviolet ray, UV, infrared, bolt, blaze, candlelight. คุณลักษณะพิเศษเฉพาะของคลื่นแสง ที่ก่อให้เกิดสีสันต่างๆ ได้แก่ hue, shade, tone, monochrome.

กลิ่นก็เป็นคลื่นชนิดหนึ่ง ในอวกาศก็มีกลิ่น, ดาวฤกษ์ที่สิ้นอายุขัย ได้ปล่อยสารประกอบมีกลิ่นจำพวก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (aromatic hydrocarbon) ^[18] ออกมามากมายเต็มเอกภพ. แต่ในอวกาศไม่มีอากาศ จมูกจึงไม่ได้รับกลิ่น นักบินอวกาศบนสถานีอวกาศนานาชาติ ISS สังเกตว่า หลังกลับจากนอกตัวยาน จะมีกลิ่นเหมือนเนื้อไหม้บนเตาเหล็ก ที่ซุบน้ำมันเครื่อง ติดมากับชุดนักบินอวกาศ ซึ่งกลิ่นนี้ มาจากสารดังกล่าวนั่นเอง.^[19]

คลื่นกระแทก (shock) หมายถึง บริเวณที่เกิดความไม่ต่อเนื่องของของไหล จะเกิดขึ้นเมื่อของไหล ไหลไปชนกับอุปสรรค หรือไหลชนกันเอง ด้วยความเร็วสัมพัทธ์ ที่มากกว่าความเร็วเสียง. เรียกของไหลที่กำลังไหลเข้าหาคลื่นกระแทกนั้นว่า upstream และเรียกของไหลส่วนที่ไหลผ่านคลื่นกระแทกมาแล้วว่า downstream. ส่วนของไหลที่ถูกเร่งอนุภาค (shock acceleration) ด้วยความเร็ว ระดับหนึ่ง ก่อให้เกิด รังสีคอสมิก (cosmic rays) พลังงานสูง. รังสีคอสมิก จากนอกระบบสุริยะส่วนใหญ่ ถูกเร่งให้มีพลังงานสูง ที่บริเวณคลื่นกระแทกที่เกิดขึ้น หลังจากการระเบิดของ supernova. รังสีคอสมิก ที่ผ่านเข้ามาในระบบสุริยะ ก็ถูกเร่งให้มีพลังงานสูง ที่คลื่นกระแทกเช่นกัน.

2.2.4 ข้อถกเถียง จากการค้นพบอนุภาคใหม่ ของศูนย์วิจัย CERN

LHC (Large Hadron Collider) คือ เครื่องเร่งอนุภาค ของศูนย์วิจัย CERN ที่ใหญ่ที่สุดในโลก มีความยาว 27 กม. เริ่มใช้งาน เมื่อปี ค.ศ. 2008. นักวิทยาศาสตร์ ได้ทำการทดลอง ยิง

¹⁸ สารประกอบกลุ่ม polycyclic aromatic hydrocarbon เป็นกลุ่มของสารเคมี มากกว่า 100 ชนิด เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ หรือการสลายทางเคมีของสารอินทรีย์ ที่ได้รับความร้อนหรือถูกเผาจาก เชื้อเพลิง ถ่านหิน ไม้ และสารอินทรีย์อื่นๆ.

¹⁹ SCIENCE ILLUSTRATED. ฉบับที่ 74. August 2017, หน้า 19.

โปรตอน นับล้านๆ ตัว ผ่านเครื่องเร่งอนุภาคนี้ เพื่อให้มันชนกัน ซึ่งเกิดขึ้นในหัวเวลาเล็กน้อยมาก จนไม่สามารถจับได้ทัน. แม้จะมีเครื่องตรวจจับ 6 เครื่องอยู่ก็ตาม เครื่องตรวจจับ จะคอยวัดชิ้นส่วนของอนุภาคที่หลงเหลืออยู่ จนกระทั่งปี ค.ศ. 2012 อนุภาค **Higgs boson** ก็ถูกค้นพบ และได้รับการยืนยันแล้ว. มันถูกจัดเข้าในระบบของ **แบบจำลองมาตรฐาน** ไปแล้ว. แต่เมื่อปี 2015 นักวิทยาศาสตร์ ได้ตรวจจับอนุภาค ที่ค้นพบใหม่ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าอนุภาคมูลฐานอื่นๆ มาก. มันมีมวล วัดได้ $750 \text{ GeV}/c^2$ ส่งผลให้นักวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถกำหนด หรือระบุสมบัติให้กับมันได้ เพราะคุณลักษณะของอนุภาคใหม่นี้ ไม่เข้ากับแบบจำลองมาตรฐาน.

นักวิทยาศาสตร์พยายามให้คำนิยาม กับอนุภาคที่ค้นพบใหม่นี้ ว่าคืออะไรกันแน่. แบ่งข้อสรุปเป็น 5 แนวทาง คือ (1) มันคืออนุภาคที่เป็น “พาหะ” ของแรงโน้มถ่วง ซึ่งก็คือ **graviton** (2) เป็นอนุภาคสสารคู่ยิ่งยวด หรือ **super partner** ของ ฮิกส์ โบซอน เรียกว่า ฮิกส์โน (**higgsino**). อนุภาคนี้ อาจเป็นสัญญาณของสมมาตรยิ่งยวด เพราะแต่ละอนุภาคในแบบจำลองมาตรฐาน จะมีคู่แบบ **super partner** ที่มีขนาดใหญ่กว่าอยู่แล้ว. กล่าวคือ **อนุภาคสสาร มีคู่เป็นอนุภาคแรง, อนุภาคแรง มีคู่เป็น อนุภาคสสาร.** (3) เป็นอนุภาคแรงชนิดใหม่ในธรรมชาติ ซึ่งได้รับการรวมตัวกันด้วยวิธีใหม่ ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งต้องใช้แรงนิวเคลียร์แบบเข้มยิ่งยวด ในการดำรงของสถานะของมัน. (4) เป็นอนุภาคประตู่ ทางเข้าสู่อีกเอกภพหนึ่ง ซึ่งเป็นเอกภพคู่ขนาน ที่เต็มไปด้วยสสารมืด. (5) อนุภาคนี้ คือ สตริง (**string**). นักวิทยาศาสตร์บางคน บอกว่าค่าวัดที่ได้นี้ ไม่ใช่การค้นพบอนุภาค แต่เป็นการพิสูจน์ว่า แบบจำลองมาตรฐาน และอนุภาคในแบบจำลองไม่ถูกต้อง. ที่จริงโลกประกอบ ด้วย สตริงซึ่งสั้นไหว ^[20] ที่ความถี่เฉพาะ แต่ละความถี่ ก็คือ อนุภาคหนึ่งๆ ในแบบจำลองมาตรฐาน นั่นเอง สรุปว่า อนุภาคใหม่ที่ค้นพบนี้ ไม่มีอยู่จริง. แต่อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ยังคงต้องให้เครื่อง **LHC** ทำงานต่อ และหวังพึ่งเครื่องเร่งอนุภาครุ่นใหม่ คือ **FCC** ซึ่งจะทำงานได้ในอนาคต เพื่อยืนยันการมีอยู่จริงของอนุภาคใหม่นี้.

อนุภาคพาหะของแรง รวมทั้ง สตริง อาจมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ จิตวิญญาณ หรือ มีจิตวิญญาณทับซ้อนอยู่ในสตริง. หากจะกล่าวว่าอาจมี **แบบจำลองของพระเจ้า (God Created model)** อยู่ก่อนแบบจำลองมาตรฐาน ที่นักวิทยาศาสตร์คิดขึ้นมาก่อนก็ได้. ตถาคตทรงค้นพบแบบจำลองทางธรรมชาติมาก่อนหน้านั้นแล้ว. แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ **สังขตธรรม** ธรรมชาติของการปรุงแต่ง อันเป็นต้นแบบของเอกภพทั้งมวล กับ **อสังขตธรรม** ธรรมชาติที่ไม่มีการปรุงแต่ง.

²⁰ ทฤษฎีสตริง เป็นแบบจำลองของอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่สุด และสั้นไหวได้. การสั่นของมัน ทำให้เกิดมิติเดียวแต่เป็นเส้น (string) แทนที่จะเป็นจุด หรือศูนย์มิติ. ทำให้สตริง มีความสอดคล้องกับคุณสมบัติของเวลามากขึ้น เพราะเส้นสตริง ไม่มีจุดปลาย เช่นเดียวกับเวลา.





ภาพที่ 2.10
เปรียบเทียบขนาด
ของเครื่องเร่ง
อนุภาค 5 รุ่น
ของศูนย์วิจัย
CERN ตั้งแต่
เริ่มสร้างปี ค.ศ
1958, 1976,
1989, 2008,
และ 2035
(ภาพจาก :
SCIENCE
ILLUSTRATED -
November
No.89/2018)

เครื่องเร่งอนุภาคนาโนขนาดใหญ่รุ่นใหม่ จะสร้างบิกแบงขึ้นอีกครั้ง

ในปี 2035 เซิร์นจะพร้อมสำหรับการทดลองด้วย 1 ใน 2 เครื่องเร่งอนุภาคนาโนขนาดใหญ่ที่มีเส้นรอบวงยาวถึง 100 กิโลเมตร เครื่องแรกจะมีไว้ศึกษาอนุภาคฮิกส์ ส่วนเครื่องถัดมาจะมีหน้าที่ค้นหาสสารมืดและสร้างจุดเริ่มต้นกำเนิดของเอกภพขึ้นมาอีกครั้ง

หน้าที่ 1: วิจัย

วงแหวนขนาดใหญ่ สำหรับผลิตอนุภาคฮิกส์จำนวนมาก

- อิเล็กตรอนและโพสิตรอนจะถูกส่งเข้าเครื่องเร่งอนุภาคโดยแยกกัน ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนและโพสิตรอนแตกต่างกัน แม้จะถูกส่งไปในทิศทางเดียวกันจากอีกฟลของสนามแม่เหล็ก ก่อนจะปล่อยอนุภาคออกมาปะทะกันบริเวณเครื่องตรวจจับที่มีอยู่ 4 จุดรอบวงแหวน การชนกันจะผลิตอนุภาคฮิกส์ออกมาเป็นล้านอนุภาค และจะทำให้ นักฟิสิกส์เข้าใจว่าหน่วยย่อยของอะตอมได้รับมวลโดยมีอันตรกิริยากับอนุภาคฮิกส์ได้อย่างไร



ก่อนเริ่มจากด้านบน

อิเล็กตรอน

โพสิตรอน

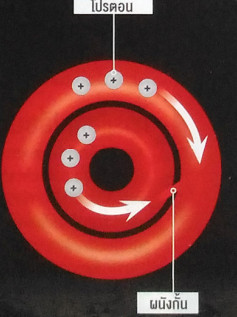
โพสิตรอนและอิเล็กตรอน มีประจุตรงข้ามและตอบสนองต่างกันภายใต้สนามแม่เหล็กเดียวกัน

หน้าที่ 2: ค้นพบ

การปะทะกันของโปรตอน

เผยตัวอนุภาคใหม่

- แม้เครื่องเร่งอนุภาคฟิสิกส์จะมีกำลังมหาศาล การค้นหาร่องรอยของสสารมืดในรูปของอนุภาคที่ผลิตยังคงเป็นเรื่องท้าทาย นั่นเป็นเพราะสสารมืดประกอบขึ้นจากอนุภาคที่ไม่มีอันตรกิริยากับสสารทั่วไป นั่นหมายความว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถสร้างเครื่องตรวจจับที่ตรวจวัดอนุภาคที่ผลิตได้โดยตรง เพราะสสารมืดจะเคลื่อนที่ผ่านไปอย่างไร้ที่ตาม สสารมืดจึงมีมวลและนั่นหมายถึงมันพลังงานที่นักวิทยาศาสตร์ยังใช้ค้นหา ร่องรอยสสารมืดในเครื่องตรวจจับได้



โปรตอน

ชนกัน

โปรตอนถูกเร่งให้เร็วขึ้น ในทิศทางเดียวกันด้วยสนามแม่เหล็กความเข้มสูงก่อนจะเข้ามาปะทะกัน

หน้าที่ 3: ย้อนเวลา

เครื่องเร่งอนุภาครุ่นใหม่พานักวิทยาศาสตร์ย้อนเท้าใกล้บิกแบงอีกครั้ง

- เพียงเสี้ยววินาทีหลังบิกแบง เอกภพประกอบด้วย “ซูป” ของกลูออนและควาร์กอิสระ ซึ่งเป็นส่วนผสมสำหรับสร้างโปรตอนและนิวตรอน ด้วยการนำนิวเคลียสอะตอมมาปะทะกับโปรตอนและนิวตรอนที่ความเร็วสูง เครื่องฟิสิกส์จะจำลองสภาพที่เกิดขึ้นในเวลาน้อยกว่า 1 นาโนวินาทีหลังบิกแบงขึ้นมา ดังนั้น นักฟิสิกส์สามารถสังเกตการก่อตัวของเอกภพในระดับขนาดเล็กได้



นิวเคลียสอะตอม

นิวเคลียสอะตอมมีความเร็วสูงถึงร้อยละ 99.98 ของความเร็วแสงก่อนการปะทะ

1 เมื่อโปรตอนแตกกระจายออก มันจะปลดปล่อยอนุภาคควาร์กและกลูออน เมื่อกลูออน 2 อนุภาคปะทะกัน มันจะรวมตัวกันกลายเป็นอนุภาคที่ประกอบขึ้นด้วยควาร์ก (gluino)

2 กลูออนแต่ละอนุภาคจะสลายตัวอย่างรวดเร็ว กลายเป็นควาร์กและอนุภาคที่ประกอบขึ้นด้วยควาร์กที่ชื่อว่าสควาร์ก

3 สควาร์กแต่ละอนุภาคจะสลายตัวกลายเป็นควาร์กและนิวตรอน (neutrino) นิวตรอนจะหายไปเพราะไม่สามารถตรวจพบได้ด้วยเครื่องตรวจจับ

4 คงเหลือควาร์ก 4 อนุภาค และนักฟิสิกส์ทราบพลังงานดั้งเดิมของการปะทะของกลูออน ทำให้สามารถคำนวณพลังงานสุดท้ายที่ถูกต้องหรือไม่ โดยหักลบจากนิวตรอน 2 อนุภาคที่หายไป

ภาพที่ 2.11 หน้าที่ของเครื่องเร่งอนุภาค Future Circular Collider หรือ FCC เพื่อการวิจัยและการค้นหาบิกแบง (ภาพจาก : SCIENCE ILLUSTRATED - November No.89/2018)

2.2.5 ความแตกต่างระหว่าง แรงด้านฟิสิกส์ กับแรงด้านจิตธาตุ

แรง เป็นสมบัติและอาการของอัมมะธาตุ ที่กระทำต่อวัตถุธาตุทุกประเภท. แรง ไม่เพียงแต่กระทำให้วัตถุเคลื่อนไปเท่านั้น แรงยังสร้างสมดุลให้แก่วัตถุได้อีกด้วย เรียกว่า สมดุลทางกล





ศาสตร์ (mechanical equilibrium). ปัจจัยที่ทำให้เกิดสภาพสมดุลทางกลศาสตร์ ได้แก่ จุดศูนย์กลางมวล จุดศูนย์กลาง โมเมนต์ และเสถียรภาพของสมดุล (โปรดดูรายละเอียด ข้อ 6.4 กฎสมดุล ในบทที่ 6). การกระทำของแรง ที่กระทำต่อวัตถุ ส่งผลต่อการพัฒนาด้านกลศาสตร์ และเทคโนโลยีด้านอื่นๆ เป็นอย่างมาก.

หลักฟิสิกส์ กล่าวไว้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุต่างๆ ได้แก่แรงพื้นฐาน 4 ชนิด ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ คือ แรงโน้มถ่วง. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า แรงโน้มถ่วง มีอนุภาคกราวิตอน (graviton) เป็นอนุภาคสื่อแรง ปัจจุบัน ยังไม่พบอนุภาคนี้. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (แรงแม่เหล็กรวมกับแรงไฟฟ้า) แรงแวนเดอร์วาลส์อย่างเข้ม และ แรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน. แรงทั้ง 4 ชนิด ในทัศนะของพุทธศาสตร์ เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่อยู่ภายใต้กฎสังขตธรรม สอดคล้องกับหลักฟิสิกส์ในข้อที่ว่า แรงพื้นฐานทั้งสี่นี้ ต่างก็เป็นปัจจัยที่ทำให้สสารและพลังงาน ดำรงอยู่และสลับสถานะกันตลอดเวลา.

ควาร์ก ทำหน้าที่ดึงดูดนิวเคลียส ซึ่งเป็นแก่นของอะตอมไว้ จำเป็นต้องอาศัยแรงแวนเดอร์วาลส์อย่างเข้ม ที่มีรัศมีของแรงสั้นและแต่เข้มข้นสุดขีด. แรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน เป็นตัวละลายสารกัมมันตรังสี ทำให้อะตอมเสื่อมสลายตัว. แรงชนิดนี้ จะส่งผลเฉพาะอะตอมที่มันสถิตอยู่เท่านั้น เพราะอะตอมแต่ละตัว จะมีแรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อนเป็นของตัวเองอยู่แล้ว. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วง เป็นแรงที่แผ่กว้างไปทั่วเอกภพ. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า สังเกตได้และพิสูจน์ได้ง่ายกว่า เพราะมนุษย์สัมผัสมันได้ทุกวัน เช่น แสง สี คลื่น. ส่วนแรงโน้มถ่วง แม้ทุกคนรู้ว่ามันมีอยู่จริง แต่ก็สัมผัสไม่ได้ อาจเป็นเพราะเงื่อนไขบางอย่าง ที่นักวิทยาศาสตร์ต้องพิสูจน์ให้ได้ก่อนว่า มันมีอยู่จริงอย่างไร. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า แรงโน้มถ่วงจะต้องมี สื่อของแรง ซึ่งเรียกว่า กราวิตอน เช่นเดียวกับแรงชนิดอื่น (ซึ่งค้นพบแล้ว) คือ กลูออน โฟตอน โบซอน (W boson and Z boson) เป็นอนุภาคสื่อของ แรงแวนเดอร์วาลส์อย่างเข้ม แรงแม่เหล็กไฟฟ้า และ แรงแวนเดอร์วาลส์อย่างอ่อน ตามลำดับ. ดังนั้น จะพิสูจน์ตัวตนของแรงโน้มถ่วงได้จริง จะต้องค้นพบ กราวิตอน ให้ได้ก่อน.

จิตธาตุ เป็นปรากฏการณ์หนึ่งในธรรมชาติ อาศัยเหตุปัจจัย ในการดำรงอยู่และเสื่อมสลาย. ปรากฏการณ์ของจิตธาตุ ในทัศนะของวิทยาศาสตร์ อาจไม่ใช่สิ่งที่เรียกว่า แรง หรือ คลื่น แบบฟิสิกส์ เพราะไม่สามารถอธิบายได้ด้วยกฎเกณฑ์ ที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น. แต่ในทัศนะของพุทธศาสตร์, สิ่งที่มากระทำต่อจิตธาตุ เปรียบเสมือนแรงอีกแบบหนึ่ง (แต่ไม่ใช่แรงทางฟิสิกส์ เพื่อให้การอธิบาย เข้ากันได้ระหว่างปรากฏการณ์ทางด้านวัตถุและด้านจิต จำเป็นต้องใช้คำว่า แรง ไปพลางก่อน). แรง ที่กระทำต่อจิตธาตุ มี 4 ชนิด คือ (1) เจตนา-มนสิการ (2) ทัญญู-ปัญญา (3) สติ-สมาธิ-ฌาน (4) กรรม-วิบาก.

เจตนา-มนสิการ มีความจงใจ เป็นเหตุ มีกรรม เป็นผล. แรงชนิดนี้ สังเกตได้ง่ายกว่าแรงชนิดอื่น มีอยู่ในสัตว์ทุกตัวตน (สัตว์ ในที่นี้ หมายถึง สัตว์เดรัจฉาน สัตว์อภาย มนุษย์ เทวดา). เจตนาเกิดขึ้นเพราะสัตว์นั้น เป็นผู้จงใจกระทำการกายาการต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะส่งผลต่อไปยังแรงชนิดที่ 4 คือ วิบาก.

ทวิญญู-ปัญญา แปรตามตัวอักษรว่า ความเห็น เป็นแรงที่อยู่เบื้องลึกของจิตใจ ทำให้สัตว์มีความรู้สึกเป็นตัวตน. ทวิญญู ตรงกับสิ่งที่ ชิกมุนด์ ฟรอยด์ เรียกว่า อีโก้ (ego). ทวิญญู เป็นแรงที่ทำให้สัตว์มีความเป็นอิสระสูง เปรียบเหมือนเครื่องยนต์ของสัตว์เลยทีเดียว. ทวิญญู จะทำให้มนุษย์มีเจตจำนงเสรี (free will) หรือไม่ก็ได้ ซึ่งจะส่งผลต่อการมีเจตนา ทั้งในด้านบวก (สัมมาทวิญญู ปัญญา) และด้านลบ (มิจนาทวิญญู). ทวิญญู มีคุณสมบัติคล้ายแรงนิวเคลียร์อย่างอ่อน สังเกตได้ยาก เพราะอยู่เบื้องลึกของจิต. สัมมาทวิญญู สามารถใช้เป็นแรงสลาย เจตนาด้านลบ และจิตด้านลบได้อันเป็นผลมาจาก การใช้แรงปัญญา เช่น อวิชา ตัณหา ราคะ นันทิ ฉันทะ สังโยชน์ เป็นต้น.

สติ-สมาธิ-ฌาน เป็นแรงทางจิตที่สร้างขึ้น โดยการรวมจิตสู่ศูนย์กลาง. เป็นแรงที่สัตว์นั้นต้องกระทำขึ้นเอง เพื่อนำพลังของแรงไปใช้ในงานอื่น เช่น การล่าเหยื่อของสิงโต การสอดด้ายเข้ารูเข็มของคนงาน การเพ่งสมาธิในฌาน เป็นต้น. สมาธิ มีคุณสมบัติคล้ายแรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม คือเป็นแรงที่ยึดจิตซึ่งมักกระเจิดกระเจิง ให้อยู่รวมศูนย์ในที่แห่งเดียว มีสติเป็นสื่อของแรง (ถ้าไม่มีสติ สมาธิก็ไม่อาจรวมศูนย์ได้ กล่าวได้ว่า สติ เป็นเหตุ, สมาธิ และ ฌาน เป็นผล).

กรรม-วิบาก เป็นผลมาจาก เจตนา มนสิการ. แรงชนิดนี้ มีความพิเศษต่างจากแรงชนิดอื่น คือ ไม่มีความแน่นอนในผลที่ปรากฏขึ้น อันเนื่องมาจากเจตนา เพราะเหตุที่ เจตนาและกรรม มีความแตกต่างหลากหลาย และมีเงื่อนไขซับซ้อน. วิบาก สามารถแผ่ขยายผลของแรงไปสู่ผู้อื่นได้ ในลักษณะของ “การสื่อสาร”. วิบาก มีคุณสมบัติคล้ายแรงโน้มถ่วง มีกรรมเป็นสื่อกลาง (ถ้าไม่มีเจตนา ก็ไม่มีกรรม และถ้าไม่มีกรรม ก็ไม่มีวิบาก). รัศมีแรงของวิบาก แผ่ไปได้ไกล และส่งผลต่อตัวสัตว์นั่นเอง และสัตว์อื่นในระยะไกล ข้ามภพข้ามชาติเลยทีเดียว. การเกิดและการเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของสัตว์ ล้วนเป็นผลมาจาก วิบาก ทั้งสิ้น. นั่นคือ ในระหว่างสัตว์เหล่านั้น ได้มีการสื่อสารกันของวิบาก มาก่อนหน้านั้นแล้ว. การเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของสัตว์ บุคคล มีรูปแบบลักษณะ ที่แตกต่างหลากหลาย ไม่สามารถคาดเดา หรือหากฎแน่นอนตายตัวได้. เช่น ไม่อาจบอกได้ว่า ฆ่าสุนัขแล้ว จะต้องไปเกิดเป็นสุนัข ในชาติถัดไป หรือ ฆ่าพระอรหันต์แล้ว จะต้องไปเกิดเป็นพระอรหันต์ ซึ่งเป็นตรรกที่ผิด.

เจตนา-มนสิการ ทวิญญู-ปัญญา และ สติ-สมาธิ-ฌาน เป็นแรงทางจิต ที่ส่งผลของแรงในระยะใกล้ แต่มีความเข้มมากกว่า จึงส่งผลของแรงต่อผู้กระทำนั้นเอง จะไม่ส่งผลต่อผู้อื่น. แต่กรรม-





วิบาก จะส่งผลของแรงไปได้ในระยะไกล และผลของแรงนั้น ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว. เปรียบเหมือน การโยนท่อนไม้ขึ้นไปบนอากาศหลาย ๆ ครั้ง แล้วปล่อยให้ตกลงมา ซึ่งส่วนของท่อนไม้ที่ตกลงบน พื้นดินแต่ละครั้ง ก็ไม่มีความแน่นอนว่า ส่วนใดของท่อนไม้นั้น จะสัมผัสกับพื้นดินก่อน.

2.2.6 พฤติการณ์ของ อนุภาคอิเล็กตรอน โฟตอน จิตวิญญาณ

กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสมองของมนุษย์ สร้างขึ้นจากเซลล์ประสาทหลายพันล้านเซลล์ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมระบบอวัยวะ ตั้งแต่การมองเห็นไปจนถึง การเรียนรู้ การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ. เซลล์ประสาท จะสื่อสารระหว่างกัน และส่งคำสั่งต่าง ๆ โดยส่งคลื่นกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กออกไป ด้วยเร็วสูง ตามลำดับขั้นตอน. คือ (1) ตัวเซลล์ (cell body) ในเซลล์ประสาท ทำหน้าที่ ‘ยิง กระแส ไฟฟ้า’ ไปยังเซลล์อื่นๆ. (2) เซลล์อื่นๆ ขณะหยุดนิ่ง สามารถสร้าง ‘ประจุไฟฟ้า’ ไว้ใน ตัวเองได้ เพื่อสร้างความต่างศักย์ (ลบ) ไว้รับกระแสไฟฟ้าจากเซลล์อื่น ความเร็วในการรับส่งของ กระแสไฟฟ้า วัดได้ 360 กม./ชม. (3) การส่งกระแสประสาท จะกระทำผ่าน ‘สารสื่อประสาท’ สารสื่อประสาท จะพกพาข้อมูลที่ได้รับ ไปยังสมอง (4) ก่อเกิดกระแสประสาท หลายล้านเส้น ที่ กำลังเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา บนเครือข่ายเซลล์ประสาทภายในสมองของมนุษย์ โดยเฉพาะ ‘เซลล์ ประสาทรับความรู้สึก (sensory neurons).’ กระแสประสาท จะทำหน้าที่ส่งกระแสประสาท ที่มาจาก ตา หู จมูก ลิ้น กายสัมผัส ผ่านทางระบบประสาทส่วนกลาง ไปยังสมอง เพื่อประมวลผล. (5) จากนั้น ‘เซลล์ประสาทสั่งการ (motor neurons)’ จะรับข้อมูลคำสั่ง หรือสัญญาณ จาก สมองที่ผ่านการประมวลผลแล้ว ไปยังกล้ามเนื้อ เพื่อตอบสนอง เป็นพฤติกรรมต่าง ๆ.

กฎฟิสิกส์ข้อหนึ่ง กล่าวว่า พลังงานรวมในเอกภพ ต้องมีค่าคงที่ พลังงานไม่สามารถสร้างขึ้น ใหม่ หรือทำให้สูญหายไป แต่เปลี่ยนเป็นพลังงานรูปแบบอื่นได้ เช่น จากพลังงานแสงเป็น พลังงานความร้อน. แรงและพลังงานของจิต ก็มีพฤติกรรมไม่ต่างกัน แต่มีลักษณะและคุณสมบัติ ต่างจากแรงในทางฟิสิกส์ ดังที่กล่าวไปแล้ว.

ส่วนการเคลื่อนที่ของอนุภาค, แม้อนุภาคจะมีคุณสมบัติไม่หยุดนิ่ง แต่ก็ไม่ได้วิ่งจากดาวดวง นั้นไปดวงนี้ หรือวิ่งจากที่นั่นมาที่นี่. อนุภาคส่วนใหญ่ จะเคลื่อนอยู่ในวงจำกัดของมัน เรียกว่า สปิน หรือ โมเมนตัม (การหมุน) ด้วยอัตราความเร็วใกล้ความเร็วแสง. มีอนุภาคเพียง 3 ชนิดเท่านั้น ที่มี ลักษณะสปิน และเคลื่อนไปทั่วเอกภพไปพร้อมกัน คือ อนุภาคโฟตอน (คลื่นแสง) คลื่นความโน้มถ่วง และ นิวตริโน. ความจริง โฟตอน ไม่ได้เกิดขึ้นเป็นเส้นสายต่อเนื่อง แต่เกิดเป็นห้วงสั้น ๆ ของ คลื่น ซึ่งเรียกว่า ควอนตัม. ควอนตัม ถูกส่งต่อ ๆ ไป ทั่วเอกภพ และเรียกชื่อต่างๆ ตามลักษณะ ความยาวคลื่น คือ รังสีแกมมา รังสีเอ็กซ์ รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีหรือแสงที่มนุษย์มองเห็น คลื่น อินฟราเรด คลื่นไมโครเวฟ และคลื่นวิทยุ. พฤติการณ์ของโฟตอน มีลักษณะคล้ายจิต (วิญญาณ). แต่

ต่างกันตรงที่ การส่งต่อข้อมูลของจิต จากดวงหนึ่งไปอีกดวงหนึ่ง จะกระทำในทันทีที่เกิด และส่งข้อมูลแล้วก็จะดับในทันที. จิต เกิด-ดับ ในทันที ทำให้จิตของสัตว์ต่าง ๆ ดูเหมือน เคลื่อนที่ไปด้วยอัตราเร็ว ที่วัดด้วย “การรับรู้” หรือความรู้สึก ไม่ใช่อัตราเร็ว ที่วัดค่าได้ทางฟิสิกส์. ส่วนคลื่นความโน้มถ่วง และคลื่นนิวตริโน ยังเป็นอนุภาคที่อยู่ใน “การรับรู้” ของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งรอการพิสูจน์อัตลักษณ์ที่แท้จริงต่อไป.

กระแสไฟฟ้าพลังจิต (psychological electric) คืออะไร. จิตมีการทำงานคล้ายวงจรไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบ 5 หน่วย คือ (1) หน่วยที่เป็นที่อาศัยของจิต (รูปขันธ์) ได้แก่ ตัวเซลล์ประสาท และสารสื่อประสาท เปรียบเหมือนอิเล็กตรอนของไฟฟ้า (2) หน่วยการรับรู้สัมผัสปัจจุบัน (เวทนาขันธ์) ได้แก่ เซลล์ประสาทรับความรู้สึก (sensory neurons) ธาตุรู้จะเริ่มที่นี่. หน่วยการรับรู้สัมผัส เปรียบเหมือนแรงดันไฟฟ้า (3) หน่วยความจำ หรือการจดจำอดีต (สัญญาขันธ์) ได้แก่ เซลล์ประสาทรับความรู้สึก เปรียบเหมือนปริมาณของอิเล็กตรอน หรือกระแสไฟฟ้า (4) หน่วยประมวลผล (สังขารขันธ์) หน่วยนี้จะทำงานในเซลล์ประสาทสั่งการ (motor neurons) การคิดปรุงแต่ง การตัดสินใจ ซึ่งล้วนแต่เป็นเหตุการณ์อนาคตทั้งสิ้น. หน่วยประมวลผลนี้ จะถูกกลั่นกรองจากสติ สัมปชัญญะ ทิฐิ หิริ โอตตปปะ เปรียบเหมือนความต้านทานไฟฟ้า. ข้อมูลที่ผ่านการประมวลแล้ว จะถูกนำไปจัดเก็บไว้ในหน่วยสุดท้าย คือ (5) หน่วยพลังงานและข้อมูล (วิญญานขันธ์). พลังงานและข้อมูลต่าง ๆ จะถูกบริหารและควบคุม โดยวิญญาน รวมกันเป็นมวลก้อนของธาตุรู้ ในลักษณะของเหตุการณ์หนึ่ง และถูกเก็บสะสมเป็นกรรมและวิบาก เปรียบเหมือนพลังงานของอิเล็กตรอน.

เมื่อนำมาอธิบาย ด้วยกฎของโอห์ม, จิต หรือ วิญญาน เกิดขึ้น ตั้งอยู่ ดับไป ตลอดเวลา มีพฤติกรรมเช่นเดียวกับ อิเล็กตรอน ที่กระโดดไปมา ระหว่างนิวเคลียสของอะตอมอื่น เพื่อสื่อสารกัน. จิต เปรียบเหมือน ลิข นิวเคลียส เหมือน เสาหลัก, การจับหรือบังคับให้ลิข หยุดนิ่งอยู่กับเสาหลัก เป็นเรื่องยาก และต้องมีการฝึกฝน. ตามกฎฟิสิกส์ อิเล็กตรอน ที่อยู่นิ่ง ๆ จะไม่เกิดพลังงาน แต่ถ้าทำให้มันวิ่งไปมา จะก่อเกิดพลัง. ในกรณีของจิต จิตที่ไม่หยุดนิ่ง แต่ซัดสายไปรอบ ๆ เสาหลัก จะให้พลังงานเป็นลบ (อกุศล). แต่ถ้าจะทำให้จิตสงบนิ่งอยู่กับเสาหลัก ต้องใช้พลังงานภายนอก ซึ่งเรียกว่า ฌาน. จิตที่สงบนิ่งอยู่กับเสาหลัก จะสะสมพลังงานเป็นบวก (กุศล) จนทำให้มันหมุนอยู่นิ่ง ๆ ได้ เรียกว่า สมาธิ. สมาธิ จะเก็บซ่อนพลังงานไว้เพื่อนำไปใช้งานต่อไป.

เวทนา มีพฤติกรรมเหมือน แรงดันไฟฟ้า เพื่อส่งอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่ไป. มนุษย์รับรู้สัมผัสจากรอยต่อระหว่าง ประตูลับ (อายตนะภายใน - ตา หู จมูก ลิ้น กาย ใจ) กับ วัตถุที่มาปะทะ (อายตนะภายนอก - รูป เสียง กลิ่น รส สัมผัส อารมณ์). เวทนาที่เกิดขึ้น จะมีระยะเวลาที่ต่อเนื่องยาวนานเพียงใด ขึ้นอยู่กับ “ตัวกรองกระแส” ได้แก่ สติ ความยั้งคิด ซึ่งจะส่งผลต่อพลังของจิตดวง





ถัดไป ให้เกิดการจำเหตุการณ์ในอดีตได้ จากสิ่งที่ปะทะสัมผัส (เกิดสัญญาณขึ้น) และเกิดการสะสม ปริมาณความรู้สึกระดับหนึ่ง เหมือนปริมาณกระแสไฟฟ้า. ความรู้สึกต่างๆ ที่เกิดขึ้นต่อมา อาจพบ กับอุปสรรค ที่ไม่อาจจะกระทำการตามที่ปรารถนาได้ เหมือนตัวต้านทานของกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็น ตัวกรองกระแส. ในที่สุด มนุษย์ก็ต้องแสดงพฤติกรรม อย่างใดอย่างหนึ่งออกมา หยุดรอ ไม่ทำ ตามที่คิด หรือทำต่อ. กระบวนการที่เกิดขึ้นนี้ จะกลายเป็นพลังงานสะสม (ซึ่งมิใช่พลังงานทาง ฟิสิกส์) เรียกว่า “กรรม-วิบาก”. กรรม-วิบาก เปรียบเหมือน พลังงานที่ถ่ายเทออกมาจาก การ เคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (พลังงานที่เปลี่ยนรูป).

ข้อสรุปบางประการ เกี่ยวกับ แรง-คลื่น

(1) วัตถุธาตุ-สาร ที่มีคุณสมบัติ มวล-อนุภาค มักจะมีคุณสมบัติของ แรง พลังงาน และ ความเป็นคลื่น ติดตัวมาด้วย.

คลื่น ที่กระจายอยู่ทั่วเอกภพ มีอยู่เพียง 2 ชนิดเท่านั้น ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันชัดเจน คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic waves) กับ คลื่นความโน้มถ่วง (gravitational wave). คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นคลื่นที่มีคุณสมบัติ ของแรงไฟฟ้าและแรงแม่เหล็ก ซึ่งถูกเรียกชื่อ แตกต่างกันไป ตามความถี่ ส่วนใหญ่มนุษย์จะมองไม่เห็น.

แรง มีความสัมพันธ์กับ ความเร็ว, ความเร็ว 0 กม./ชั่วโมง กับ 0 กม./วินาที มีค่า ไม่เท่ากัน. ถ้านำ 0 ไปวัดค่า ในกรวยเวลาของเหตุการณ์ใดๆ, 0 จะสะสมอัตราเร่ง **acceleration** ไว้. นัก ฟิสิกส์ชาวนอร์เวย์ คำนวณว่า ความเร็วสูงสุด ที่ยานอวกาศจะสามารถแล่นไปในอวกาศได้ คือ 1,000 ล้านกิโลเมตรต่อชั่วโมง. ความเร็วนี้เทียบได้เท่ากับ ร้อยละ 99.999 ของความเร็วแสง. (ในทางทฤษฎี ไม่มีสารใด มีความเร็วเท่ากับแสง)

แรงระเบิดในอวกาศ มีอันตรายมากกว่าบนโลก เพราะก๊าซร้อนและเศษสะเก็ดระเบิด จะพุ่ง ออกไปทุกทิศทางด้วยความเร็วสูงมาก โดยไม่มีสิ่งใดเสียดทาน. ตัวอย่างผลของการระเบิดของ ซูเปอร์โนวา (super nova) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ระเบิดของดาวฤกษ์ขนาดใหญ่. การระเบิดซูเปอร์ โนวาแต่ละครั้ง จะพ่นก๊าซร้อนที่มีความเร็ว ได้ถึงหลายพันกิโลเมตรต่อชั่วโมง. ตัวอย่าง แคลสลิโอ เปีย เอ เป็นซากของซูเปอร์โนวา ที่ระเบิดเมื่อ 300 ปีที่ผ่านมา. ปัจจุบัน ยังมีก๊าซร้อนพ่นออกจาก ศูนย์กลาง ด้วยความเร็ว 400 กิโลเมตรต่อวินาที. ขณะนี้ นักดาราศาสตร์ฟิสิกส์ ใช้คลื่น 2 ประเภท ในห้วงอวกาศ คือ คลื่นความโน้มถ่วง (gravitational wave) เพื่อการหาประวัติการเกิดของหลุมดำ การยุบตัวของดาวฤกษ์ และ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic waves) เพื่อวัดขนาด ดาวฤกษ์ และปรากฏการณ์ซูเปอร์โนวา.

(2) หลักแห่งความไม่แน่นอน (**uncertainty principle**) มีบทบาทในการรักษาตุล ของกฎกลศาสตร์ควอนตัม ในข้อที่ว่า ถ้าเราวัด ตำแหน่ง ของวัตถุหรือความเข้มของสนาม ได้ความแม่นยำสูงมากเท่าใด ก็จะไปรบกวนหรือกระทบกับ *ความเร็ว* ของวัตถุนั้น หรือกระทบกับ *อัตรา* *การเปลี่ยนแปลง* ของสนาม. การรบกวนนี้ ไม่อาจพยากรณ์ได้. หากวัด ตำแหน่ง ได้ถูกต้องมากเท่าใด ณ ขณะใด การวัด *ความเร็ว* ณ ขณะนั้น ก็อาจผลิตผลตามมากขึ้น.

(3) แสงเป็นวัตถุธาตุที่ไม่มีมวล มันเดินทางในสุญญากาศ และในอวกาศ ด้วยความเร็ว 299,792.45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และไม่มีสิ่งใดกีดขวางเสียดยกเว้น นอกจากแรงโน้มถ่วงยิ่งยวด อันเกิดจากอิทธิพลของหลุมดำ. แรงแผลกวัตถุที่มี *มวล* และเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็ว ต้องเผชิญกับ *แรงต้าน* เสมอ. แต่วัตถุอื่นๆ ที่มีมวล เมื่อจะผลักให้มันเคลื่อนไป ด้วยความเร็ว มันต้องเผชิญกับ *แรงต้าน* ซึ่งอาจเป็นแรงเสียดทาน หรือแรงโน้มถ่วง. ไม่ว่าวัตถุชิ้นนั้น จะเคลื่อนที่บนพื้นผิวโลก หรือในอวกาศ หรือในอวกาศก็ตาม. ดังนั้น การคิดหาวิธีให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วแสงนั้น เป็นไปได้ยาก.

(4) แรงแแต่ละประเภท มีความเข้มของแรง แตกต่างกัน 4 ระดับความเข้ม คือ (1) ความเข้มระดับสัมพัทธภาพ (**relativity-gravitation**) ได้แก่ แรงของโมเลกุลชนิดเดียวกัน จะดึงดูดกัน (**cohesive force**). แรงที่เกิดจากอันตรกิริยา ระหว่างวัตถุสองก้อนขึ้นไป เช่น แรงโน้มถ่วง แรงไทดัล (2) ความเข้มระดับกลศาสตร์ (**mechanic**) ได้แก่ แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแวนแวนเดอร์วาลส์ รวมทั้งแรงกลทั่วไป เช่น แรงแผ่นดินไหว แรงระเบิด แรงคลื่นกระแทก เป็นต้น (3) ความเข้มระดับกลศาสตร์ควอนตัม (**quantum mechanics**) เป็นแรงยึดเกาะยิ่งยวดของอนุภาค เช่น แรงยึดเกาะของควาร์ก ในแกนของนิวเคลียส แรงที่ศูนย์กลางของหลุมดำ (4) ความเข้มระดับพลังจิต แม้ว่าโดยคุณสมบัติของจิต ไม่สามารถสร้างแรงแบบกลศาสตร์ได้ แต่ก็ให้พลังงานอีกแบบหนึ่ง ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัมมะธาตุ นามรูป-วิญญาณ-สังขาร.

தாகต ตรัสว่า ธาตุย่อมเข้ากันได้ด้วยธาตุ เป็นหลักฐานความจริงที่ยืนยันได้ว่า แรงโน้มถ่วงที่มีความเข้มอ่อนๆ มีอยู่จริงในระดับจิตวิญญาณ. การชุมนุมกันของฝูงชนจำนวนมากๆ หรือการอยู่ในชุมนุมชน จะเกิดแรงดึงดูดกัน 3 แรง คือ *แรงโน้มถ่วง* (แรงฟิสิกส์) เนื่องจากมนุษย์ก็มีมวล แต่ผลของแรงจะอ่อนมาก วัดค่าได้ยาก. *แรงทางจิตวิทยา* (แรงที่มาจากอิทธิพลของความเชื่อ วัฒนธรรม) เนื่องจากมนุษย์เป็นสัตว์สังคม ก่อให้เกิดแรงผลักดันบางอย่าง ที่ซ่อนเร้นอยู่ในพฤติกรรมของมนุษย์. *พลังจิต* แม้ว่าจิตไม่มีมวล แต่ก็มีพลังงานแบบหนึ่ง แต่ไม่อาจวัดค่าได้ด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์.

ความกลัว ความกลัว เป็นพลังงานชนิดหนึ่ง ของจิตวิญญาณ. เมื่อต้องเผชิญหน้ากัน บางครั้งอาจเกิดการหักล้างกันเอง แบบเดียวกับ ปฏิสสาร ซึ่งมันจะหักล้างกับสสาร ที่เป็นคู่ของมัน. เช่น ถ้า





ทำให้ความกลัวหายไป ความกล้าก็หายไปด้วย โดยจะถูกแทนที่ด้วย พลังงานสงบนิ่ง ที่จะไม่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ “วิ่งหนี” และ “วิ่งเข้าใส่” ทั้งฝ่ายเราและฝ่ายเขา, ในขณะเดียวกัน ก็มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น คือ ความกลัว อาจเป็นปัจจัยให้เกิด ความกล้าบ้าบิ่นขึ้น หรือ อารมณ์กล้าบ้าบิ่น มักจะโดดเดี่ยว อาจทำให้เกิดความกลัวขึ้นมาก็ได้.

(5) นักวิทยาศาสตร์ มีความพยายามที่จะเอาชนะ แรงต้าน การเคลื่อนที่ของวัตถุ. แรงต้าน เป็นแรงธรรมชาติ ที่อุบัติขึ้นมาพร้อมกับเอกภพ วัตถุที่เคลื่อนที่ได้ ทั้งโดยการหมุนรอบแกนหรือเคลื่อนไป. ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะ มันเอาชนะแรงต้านได้ระดับหนึ่ง แต่จะไม่สามารถเอาชนะได้ตลอดไป. แรงต้านกับแรงกระทำ เกิดขึ้นก็เพื่อรักษาสมดุลของการหมุนและการเคลื่อนที่ของวัตถุ. เพราะหากไม่มีแรงต้าน การเคลื่อนที่ของวัตถุ จะมีอัตราเร็วคงที่ และเกิดความยุ่งเหยิง ไร้ระเบียบในเวลาต่อมา.

(6) คุณสมบัติของความเป็นคลื่น สามารถกระจายไปได้ทั่วเอกภพ. ส่งผลให้ การสื่อสารข้อมูลระหว่างอนุภาคที่อยู่ห่างไกลกัน มีลักษณะเป็นคลื่น. การสื่อสารข้อมูล แบบสองทาง (2 way information) ระหว่างอนุภาคที่อยู่ห่างไกลกันมากๆ ในอวกาศ คือ ข้อมูล เหตุการณ์ของอนุภาคหนึ่ง จะถูกส่งออกไปในอวกาศในทันทีทันใด ซึ่งมีความเร็วกว่าแสง หรืออาจเป็นการส่งข้อมูลแบบย้อนเวลา. สิ่งที่อนุภาคส่งไป เช่น ทิศทางการสปินของมันเอง หรือของอนุภาคคู่แฝด จะต้องมีความขนาดและสถานะในระดับควอนตัม คือ มีคุณสมบัติความเป็นควอนไทซ์ (quantized) เป็นอนุภาคที่มีพลังงานเฉพาะในระดับใดระดับหนึ่งเท่านั้น. มันจึงจะสามารถสร้างช่องทางเชื่อมต่อ หรือรูหนอนอวกาศ ที่เรียกว่า สะพานไอน์สไตน์-โรเซน (Einstein-Rosen bridge)²¹ แล้วลอดผ่านออกไปได้. เช่น สมมุติว่า อนุภาค ก. กับ อนุภาค ข. ถ้า อนุภาคหนึ่ง มีสปินขึ้น อีกอนุภาคหนึ่ง ต้องมี สปินลง (สปินของสองอนุภาค มีสปินตรงกันข้ามเสมอ) แต่ยังไม่ทราบว่า อนุภาค ก. หรือ ข. กันแน่ ที่มีสปินขึ้นหรือสปินลง. กำหนดให้ อนุภาค ก. อยู่บนโลก อนุภาค ข. อยู่ที่ดาวเสาร์ ผลการตรวจสอบพบว่า อนุภาค ก. บนโลก มีสปินขึ้น คนที่อยู่บนโลก จึงได้ข้อสรุป “ทันที” ว่า อนุภาค ข. บนดาวเสาร์ มีสปินลง. แต่คนที่อยู่บนดาวเสาร์ จะรับรู้ได้อย่างไร ถ้าคนบนโลก ไม่นั่งยานอวกาศ (ที่ไม่เร็วกว่าแสง) ไปบอก หรือ ไม่ก็ส่งข้อมูลผ่านตัวกลางที่เป็นสัญญาณแสง (ที่ไม่เร็วกว่าแสง) ไปบอก. แต่ความจริงคือ คนบนดาวเสาร์ วัดค่า อนุภาค ข. มีสปินลง เขาก็ได้ข้อสรุป “ทันที” เช่นกัน

²¹ นักฟิสิกส์เชื่อว่า รูหนอนซึ่งสามารถทะลุผ่านข้ามไปกลับได้ หรือ รูหนอนทะลุได้ ในทางทฤษฎีสามารถเกิดขึ้นหรือสร้างขึ้นมาได้ ถ้าใช้สสารประหลาด (exotic matter) ที่มีความหนาแน่นของพลังงาน (energy density) มีค่าเป็นลบ คาดกันว่า พลังงานที่มีค่าเป็นลบ สามารถรักษาเสถียรภาพของรูหนอนให้คงอยู่ได้.

ว่า อนุภาค ก. บนโลก มีสปินขึ้น. ดังนั้น ข้อมูลที่ส่งออกไปในอวกาศ ทำให้เกิด **teleportation** ได้, นี่อาจเป็น สัญญะ ของการสื่อสารสำหรับ “มนุษย์” ในจักรวาล ที่อยู่ต่างดาราจักรกัน อันเป็น ภาษาดิจิทัลพื้นฐาน ของเอกภพโดยแท้. [การสื่อสารของวิญญาน ก็ใช้รูปแบบเดียวกับ การสื่อสาร ระหว่างอนุภาค].

(7) แรงโน้มถ่วงควอนตัม ยิ่งมีค่ามากเท่าใด แรงที่จะมากระทำให้แตกออกจากกัน ต้องมากกว่าเสมอ. ธาตุหนักและมีความแข็งแรงมากเท่าใด ยิ่งมีแรงยึดเกาะของอะตอมมากเท่านั้น. เมื่อมี แรงที่มากกระทำให้นิวเคลียสของอะตอม แตกตัวออกจากกัน จะเกิดความร้อนสูงมาก และมีความแรงในการแตกตัว ในอัตราความเร็วไม่น้อยกว่า *กฎความยาว พื้นที่ และเวลาของแฟล่งก์-วิลเลอร์*. ในทางตรงกันข้าม ธาตุที่มีความเบาบางๆ แรงยึดเกาะของอะตอม ก็เบาบางไปด้วย. อนุภาค มีการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ (สั่น หรือ สปิน) แต่วิญญาน มีการเคลื่อนไหว ไม่มีการเคลื่อนที่. การเคลื่อนไหวของวิญญาน คือการเกิด-ดับ ไม่เกี่ยวข้องกับ ระยะทาง พื้นที่. การเคลื่อนไหวของวิญญาน ไม่ทำให้เกิดความร้อน. เพราะวิญญาน มีความเบาบางยิ่งกว่าวัตถุธาตุ และ ไม่อาจสลายตัวได้โดยง่าย แต่เปลี่ยนรูปสมบัติและอาการ ได้ โดยอาศัยแรงทางจิตทั้ง 4 ชนิด คือ เจตนา ทวิภูฏิ สมภาติ วิบาก ในการปรุงแต่ง ซึ่งมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น ฉันทะ ราคะ มานะ สัญโญชน์ ตัณหา อุเบกขา เป็นต้น.

(8) นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์ มีข้อสรุปเกี่ยวกับหลุมดำ ดังนี้ หลุมดำ มีหลากหลายขนาด และนับจำนวนเป็นอนันต์. หลุมดำ เป็นปรากฏการณ์ของวัตถุที่มีมวลมาก และความโน้มถ่วง เอาชนะแรงผลักหรือแรงหนีออกจากศูนย์กลาง ของอนุภาคต่างๆ รวมทั้งอนุภาคโฟตอน ทำให้ วัตถุนั้นยุบตัวเองลงเป็นหลุมดำ. การวิวัฒนาการของหลุมดำ จะปลดปล่อยรังสีออกมา หรือไม่ก็เกิดการ ระเบิดหายไป.^[22] การอุบัติขึ้นของหลุมดำ อุปมาเหมือนการเกิดขึ้นของ อวิชชา. การทำลายอวิชชา เป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เพราะการอัดแน่นของพลังงานของวัตถุธาตุ ร่วมกับแรงต่างๆ ของจิตธาตุ (เจตนา ทวิภูฏิ สมภาติ วิบาก) ที่ยึดครองวัตถุธาตุนั้น มีระดับความเข้มของพลังงานไม่ต่างกับ แรงโน้มถ่วงของหลุมดำ.

จากข้อสรุปของหลุมดำ เป็นไปตามกฎสังขตธรรม, เมื่อมีการเกิด ก็ต้องมีการเสื่อม และเสื่อม ต่อเนื่อง จนสลายไปในที่สุด (สิ่งที่สลายคือ รูป). แต่การสลายของธาตุต่างๆ ไม่ได้สูญหายไปทั้งหมดเสียทีเดียว มันยังเหลือพลังงาน และ อวิชชา (นาม) ส่วนหนึ่งไว้. แม้กระทั่งการระเหยของ

²² การปลดปล่อยรังสี หรือการระเหยของหลุมดำ เพื่อรักษาสสมดุลของหลุมดำ ให้มีสภาพอยู่ต่อไป หรือค่อยๆ ระเหยไป ไม่ระเบิดไปเสียก่อน เป็นไปตาม กฎสมดุล และกฎสังขตธรรม แม้ว่าการระเหยของหลุมดำ ยังเป็นแค่ข้อสันนิษฐาน.





หลุมดำ, สิ่งที่จะเหวี่ยงออกไป ก็คือการเสื่อมสภาพที่ต่อเนื่อง ซึ่งกินเวลายาวนานมาก. สิ่งที่จะเหวี่ยงออกไป จะเปลี่ยนสถานะไปเป็นธาตุอื่น.

2.3 อุณหภูมิ-พลังงาน (temperature-energy)

ความร้อน และพลังงาน เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สรรพสิ่งในเอกภพ เกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา. อุณหภูมิ จะเป็นตัวเฉลี่ยของพลังงานของอนุภาคในสสาร ให้สอดคล้องกับความร้อนหรือเย็นของสสารนั้น. ดังนั้น อุณหภูมิ จึงเป็นคุณสมบัติพื้นฐานอันหนึ่งของทุกอัมมะธาตุในเอกภพ และความสำคัญมากต่อหลักการอุณหพลศาสตร์. เพราะเป็นตัวแปรที่บ่งบอกถึง ปริมาณพลังงานของระบบ รวมทั้งบอกทิศทางการไหลของพลังงาน ซึ่งจะไหลจากระบบที่มีพลังงานสูงไปสู่พลังงานต่ำนั่นเอง.

2.3.1 กฎของอุณหพลศาสตร์ (laws of thermodynamics)

อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) เป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของฟิสิกส์ ศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับ ความร้อน อุณหภูมิ งาน และพลังงาน ซึ่งจัดว่าเป็นปัจจัยสำคัญยิ่ง ต่อกระบวนการการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ตลอดทั่วเอกภพ. อุณหพลศาสตร์ มิใช่คำทำนายการเกิดดับของจักรวาล แต่เป็นตัวบ่งบอกทิศทางของเวลา (direction of time) ผ่านพฤติกรรมของความไร้ระเบียบ หรือ เอนโทรปี (entropy) ที่เพิ่มขึ้น. อุณหพลศาสตร์ จึงต้องมีกฎของตัวเอง เพื่ออธิบายว่าสรรพสิ่งในเอกภพเกิดมาอย่างไร เป็นไปอย่างไร และจุดจบอยู่ที่ใด.

ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลง ความโกลาหลในเอกภพ ก็คือ ความร้อน ซึ่งมีคุณสมบัติในการเคลื่อนที่ (ความร้อน คือ พลังงานจลน์)^[23] จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้. จนทำให้ ซาดี การ์โนต์ (Sadi Carnot: 1796 - 1832 A.D.) นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส นำคุณสมบัตินี้ ไปสร้างเครื่องจักรความร้อน ซึ่งต่อมาได้กลายเป็นหลักการพื้นฐานต่างๆ มากมาย ในการสร้างเครื่องจักรกลต่างๆ ในปัจจุบัน. จากแนวคิดเรื่องเครื่องจักรความร้อน ทำให้เกิดกฎข้อที่ 2 ของอุณหพลศาสตร์. ตัวแปรที่ส่งผลต่อกฎทุกข้อของอุณหพลศาสตร์ คือ พลังงานภายใน (internal energy: U), ความร้อน (heat: q), งาน (work: w), เอนทาลปี (enthalpy: H) และ ความจุความร้อน (heat capacity: C). ความร้อน (heat) หมายถึง พลังงานที่ถ่ายเทระหว่างวัตถุที่มี

²³ เดิมที โจเซฟ แบล็ค นักฟิสิกส์ชาวสกอตแลนด์ เข้าใจว่า ความร้อนเป็นของไหลชนิดหนึ่ง มีส่วนประกอบเป็นสสาร ต่อมาเบนจามิน ทอมป์สัน นายทหารปืนใหญ่ของกองทัพอเมริกา ในช่วงสงครามประกาศอิสรภาพ ค้นพบจากความร้อนของปืนใหญ่ ไม่ทำให้น้ำหนักของมันเพิ่มขึ้น เขาจึงได้ข้อสรุปใหม่ว่า ความร้อนมิใช่ของไหล แต่เป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้.

อุณหภูมิต่างกัน. พลังงานภายใน (internal energy) หมายถึง พลังงานที่เก็บสะสมไว้ภายในโมเลกุลของสารนั้น. งาน (work) หมายถึง พลังงานที่ถ่ายเทระหว่างวัตถุที่มีแรงกระทำระหว่างกันงานเกิดจากระบบที่เคลื่อนที่ได้. เอนทาลปี เป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งที่แตกต่างกันจากพลังงานภายใน.

กฎของอุณหพลศาสตร์ 4 ข้อ ได้แก่

กฎข้อที่ 1 กฎทรงพลังงาน กล่าวว่า “พลังงานภายในของระบบที่เพิ่มขึ้น เท่ากับปริมาณพลังงานความร้อนที่นำเข้าสู่ระบบ ลบด้วยพลังงานที่สูญเสียไป เป็นงานของระบบที่กระทำต่อสิ่งแวดล้อม” (*The increase in the internal energy of a system is equal to the amount of energy added by heating the system, minus the amount lost as a result of the work done by the system on its surroundings.*) กฎข้อที่ 1 เกี่ยวข้องโดยตรงกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งกล่าวว่า “ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ นั้น พลังงานจะไม่ถูกสร้างขึ้นใหม่ และไม่มีการสูญหายไป แต่สามารถเปลี่ยนไปอยู่ในรูปอื่นได้.” ดังนั้น กฎข้อนี้ บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ที่เกิดขึ้นภายในระบบต่าง ๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและทางกายภาพ.

กฎข้อนี้แทนด้วยสมการ $dU = \delta Q - \delta w$, โดยที่ dU หมายถึงปริมาณการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในระบบ δQ คือความร้อนที่เข้าสู่ระบบ และ δw คืองานที่เกิดจากระบบ. หากจะเปรียบเทียบให้เข้าใจง่าย ถ้าความร้อนเปรียบเสมือน เงิน การเปลี่ยนแปลงของเงินเก็บส่วนตัวของเรา (dU) ย่อมเท่ากับเงินที่เราหามาได้ (δQ) ลบด้วยเงินที่เราจ่ายออกไป (δw) นั่นเอง. พลังงานที่เกิดจากกระบวนการ ที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน (adiabatic process)^[24] จะไม่ขึ้นกับวิถีทางหรือทิศทางของงานที่กระทำต่อระบบ ในกระบวนการนั้น ๆ. การเปลี่ยนแปลง (ของพลังงาน) จะขึ้นอยู่กับสถานะเริ่มต้น และสถานะสุดท้ายเท่านั้น. เช่น เมื่อเราจับแก้วน้ำที่ร้อน แก้วน้ำจะเย็นลงเมื่อเราจะอุ่นขึ้น เท่ากับ ความร้อนถ่ายเทจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า.

กฎข้อที่ 2 กฎแห่งการเพิ่มขึ้นของเอนโทรปี หรือ พลังงานเสีย ในระบบอิสระ ที่มีมวลหรือพลังงานภายนอก ไม่สามารถเข้ามาในระบบได้ (ระบบอิสระ). ตัวแปรสำคัญเกี่ยวกับการกำหนดทิศทางของการเกิดกระบวนการต่าง ๆ ตามกฎข้อที่ 2 เรียกว่า เอนโทรปี (entropy: S) กฎข้อนี้กล่าวว่า (1) “ไม่มีเครื่องจักรความร้อนใดๆ ที่จะให้ประสิทธิภาพสมบูรณ์ 100%” (อธิบายโดยเคลวิน-แพลงก์; William Thomson, 1st Baron Kelvin. 1824 – 1907 A.D. และ Max

²⁴ กระบวนการ adiabatic process จะเกิดขึ้นได้ เมื่อการเปลี่ยนแปลงนั้น รวดเร็วจนความร้อนไม่สามารถถ่ายเทระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมได้ทัน.





Planck. 1858 - 1957 A.D.) (2) “ความร้อนจากแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำ ไม่สามารถถ่ายเทไปยังแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าได้ โดยธรรมชาติ” (อธิบายโดย เคลาสีอุส: *Rudolf Julius Emanuel Clausius. 1822 - 1888 A.D.*) (3) “เอนโทรปีของระบบอิสระ ไม่มีทางที่จะลดลงในกระบวนการใดๆ” หรือ ความไร้ระเบียบ ในระบบที่มวลหรือพลังงานภายนอก ไม่สามารถเข้ามาในระบบได้ จะเพิ่มขึ้นไม่สิ้นสุด, นั้นหมายถึงว่า ทิศทางของเวลา (ลูกศรของเวลา) จะไม่มีวันย้อนกลับ. การที่สถานะหนึ่ง มีสถานะย่อยเป็นจำนวนมาก หมายความว่า สถานะนั้นมีความไม่เป็นระเบียบสูง.

โบลทซ์มันน์ (Ludwig Eduard Boltzmann: 1844 - 1906 A.D.) ให้ข้อสรุปว่า เอนโทรปี คือค่าที่วัดการกระจายตัวของพลังงานในระบบ. ยิ่งพลังงานกระจายตัวกันมากเท่าใด จะทำให้พลังงานไม่ระเบียบเท่านั้น คือพลังงานไม่เป็นกลุ่มก้อน. เรียกพลังงานชนิดนี้ว่า ‘พลังงานเสีย’. โดยพลังงานเสียนี้ ไม่สามารถสร้างงานได้ด้วยตนเอง และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามกฎข้อที่ 2. กฎข้อที่ 2 มีอิทธิพลต่อข้อสันนิษฐาน เกี่ยวกับจุดดับของจักรวาลว่า จะมีแต่พลังงานเสียในรูปของความร้อนเท่านั้น ไม่มีพลังงานอย่างอื่นอีก. เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **heat death**. ดังนั้น กฎข้อนี้จะเป็นจริงถ้านำไปอธิบายภาพรวมของเอกภพ (ระดับมหภาค) เท่านั้น. ถ้าสิ่งเล็กๆ ขนาดอะตอม (ระดับจุลภาค) ไม่สามารถอธิบายได้. แต่กฎควอนตัมฟิสิกส์ ได้อธิบายสถานะพลังงานของสุญญากาศไว้ว่า สุญญากาศ (**vacuum**) เป็นสถานะที่มีพลังงานต่ำสุด โดยความหนาแน่นของพลังงานสุญญากาศ มีค่าคงที่. ดังนั้น พลังงานภายในของระบบสุญญากาศ จะเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาตรเพิ่มขึ้น **vacuum energy** ก็คือ **dark energy** นั่นเอง และมันมีคุณสมบัติ ทำให้เอกภพขยายตัวด้วยความเร่ง.

เครื่องยนต์ความร้อน (**heat engine**) คืออุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนความร้อนให้เป็นงานได้ โดยอาศัย สารทำงาน (**working substance**). เช่น เครื่องยนต์ไอน้ำ มีน้ำกับไอน้ำเป็นสารทำงาน เครื่องยนต์เบนซิน มีอากาศและละอองน้ำมัน เป็นสารทำงาน สารทำงานในเครื่องยนต์ความร้อน จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นวัฏจักร. แต่จะไม่มีเครื่องยนต์ใด สามารถเปลี่ยนความร้อนให้เป็นงานได้ทั้งหมด (ไม่มีเครื่องยนต์สมบูรณ์แบบ). ในทำนองเดียวกัน การถ่ายเทความร้อน ก็ไม่สามารถทำได้ทั้งหมด ไม่มีตู้เย็นใด สามารถถ่ายเทความร้อนจากที่ซึ่งอุณหภูมิต่ำ ไปยังที่ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าได้ โดยไม่ได้รับงาน (ไม่มีตู้เย็นสมบูรณ์แบบ).

กฎข้อที่ 3 กฎของอุณหภูมิต่ำของกลศาสตร์สัมบูรณ์ กล่าวว่า “เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะศูนย์องศาสัมบูรณ์ กระบวนการทั้งหมดจะหยุดนิ่ง ค่าเอนโทรปีของระบบจะมีค่าต่ำที่สุด” (*As a system approaches absolute zero, all processes cease and the entropy of the system approaches a minimum value*). หมายความว่า “ไม่มีกระบวนการใด ที่สามารถลดพลังงานของ

ระบบลง จนถึงศูนย์องศาสัมบูรณ์ได้”

ในทางทฤษฎี ไม่มี ณ ที่ใด ๆ ในเอกภพ ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -273.15°C (459.67°F) หรือเท่ากับ ศูนย์สัมบูรณ์ (absolute zero) หรือเท่ากับศูนย์เคลวิน (0 K). อุณหภูมิที่ต่ำขนาดนั้น สารบริสุทธิ์ทุกชนิดจะอยู่ในสภาพ ‘ผลึกสมบูรณ์แบบ’ คือ องค์ประกอบของอนุภาค จะเรียงตัวเป็นระเบียบ อนุภาคจะไม่มีเคลื่อนที่ และไม่มีการเคลื่อนไหว ไม่มีความร้อน ไม่มีการแผ่รังสีใด ๆ. โมเลกุลของสสารหยุดนิ่ง ไม่มีการสั่นไหว ไม่มีพลังงาน^[25] เหลืออยู่เลย. ส่วนแก๊สก็จะกลายเป็นของเหลวไปก่อนหน้านั้น. ดังนั้น อะตอมเหล่านี้จะจัดเรียงกันอยู่อย่างเป็นระเบียบที่สุด นั่นคือจัดเรียงตัวได้เพียงแบบเดียวเท่านั้น. หรือกล่าวว่า ระบบไม่มีความไม่เป็นระเบียบเหลืออยู่เลย. เพราะฉะนั้น ค่าเอนโทรปีของระบบผลึกที่สมบูรณ์แบบ ที่อุณหภูมิศูนย์เคลวิน จะมีค่าเป็น ศูนย์. ในทางปฏิบัติ ยังไม่มีนักวิทยาศาสตร์คนใด สามารถสร้างสภาพศูนย์สัมบูรณ์ขึ้นมาได้จริง. งานวิจัยล่าสุด ได้พิสูจน์ด้วยกฎเทอร์โมไดนามิกส์แล้วว่า *มนุษย์ไม่อาจสร้างอุณหภูมิเท่ากับ 273.15 องศาเซลเซียสได้*. เพราะต้องใช้เวลา และ พลังงาน ที่มีค่าเป็นอนันต์ ถือเป็นการปิดฉากข้อถกเถียงอันยาวนาน ที่ว่าเราสามารถทำให้วัตถุ เย็นถึงศูนย์องศาสัมบูรณ์ได้หรือไม่.^[26]

กฎข้อที่ศูนย์ (The zeroth law of thermodynamics: 0) สภาวะสมดุลทางอุณหพลศาสตร์ คุณสมบัติของการถ่ายเทอด^[27] กล่าวว่า “ถ้าระบบ A และ B อยู่ในภาวะสมดุลทางอุณหพลศาสตร์ และระบบ B และ C อยู่ในสภาวะสมดุลทางอุณหพลศาสตร์แล้ว ระบบ A และ C จะอยู่ในภาวะสมดุลทางอุณหพลศาสตร์ด้วยเช่นกัน”

จากกฎข้อที่ 0 ได้ข้อสรุปว่า วัตถุสองชิ้นซึ่งอยู่ในภาวะสมดุลความร้อน จะมีอุณหภูมิเท่ากัน.

²⁵ ในที่นี้หมายถึง พลังงานจลน์ (Kinetic Energy : Ek หน่วยวัดเป็น จูล) คือพลังงานกลชนิดหนึ่ง ที่เกิดกับวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ เช่น รถยนต์กำลังแล่น เครื่องบินกำลังบิน พัดลมกำลังหมุน เป็นต้น “วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ล้วนมีพลังงานจลน์ทั้งสิ้น ปริมาณพลังงานจลน์ในวัตถุจะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น” ถ้าวัตถุมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง จะมีพลังงานจลน์มาก แต่ถ้าวัตถุสองชิ้นนั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีพลังงานจลน์มากกว่า. พลังงานจลน์ เกิดขึ้นจาก “งานที่วัตถุเคลื่อนที่แปรผัน ตรงกับกำลังสองของอัตราเร็วและมวลของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่”.

²⁶ SCIENCE ILLUSTRATED. ฉบับที่ 76. October 2017, หน้า 16.

²⁷ เมื่อระบบทางอุณหพลศาสตร์สองระบบสัมผัสกัน จะมีการแลกเปลี่ยนพลังงานต่อกันและกัน ภาวะสมดุลทางอุณหพลศาสตร์ (thermodynamical equilibrium) เกิดขึ้นเมื่อทั้งสองระบบไม่มีการถ่ายเทพลังงานกันอีกแล้ว. นักวิทยาศาสตร์คิดว่ากฎข้อนี้ เป็นรากฐานที่สำคัญต่อกฎข้อที่ 1 จึงต้องการให้ตัวเลขข้อกฎ อยู่ต่ำกว่ากฎข้อที่ 1 แต่เนื่องจากกฎข้อนี้ เพิ่งจะถูกตระหนักถึงความสำคัญ เมื่อหลังจากกฎข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2 มีชื่อเสียงมานานมากแล้ว นักวิทยาศาสตร์จึงตัดสินใจ ไม่เปลี่ยนลำดับตัวเลข และตั้งให้กฎข้อนี้เป็นกฎข้อที่ศูนย์.





หลักการที่ง่ายที่สุดในการอธิบาย กฎข้อที่ 0 คือ การทำงานของเทอร์โมมิเตอร์. สมมติให้เทอร์โมมิเตอร์เป็นระบบ ข และให้ สิ่งที่จะวัด เช่น บรรยากาศในห้อง เป็นระบบ ก วิธีง่ายๆ คือ ให้ระบบ ข (เทอร์โมมิเตอร์) ไปสัมผัสกับ ระบบ ก (บรรยากาศที่จะวัด) รอจนกระทั่งเกิดสมดุลทางความร้อนกับทั้งสองระบบ จากนั้นจึงบอกได้ว่า ระบบ ก (บรรยากาศในห้อง) มีพลังงานอยู่เท่าไร โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของสาร ที่อยู่ภายในเทอร์โมมิเตอร์ เช่นปรอท หรือ แอลกอฮอล์. จากกฎข้อ 0 ถ้าเรานำเทอร์โมมิเตอร์ไปสัมผัสกับ ระบบ ค เช่น น้ำในแก้วที่วางข้างนอกห้อง แล้วเกิดสมดุลทางความร้อนกับระบบ ค แล้ว ปรอท หรือ แอลกอฮอล์ เกิดการขยายตัวเท่ากัน แสดงว่า ระบบ ก (บรรยากาศในห้อง) และ ระบบ ค (น้ำในแก้ว) มีพลังงานเท่ากัน.

2.3.2 ระบบในอุณหพลศาสตร์ (system models)

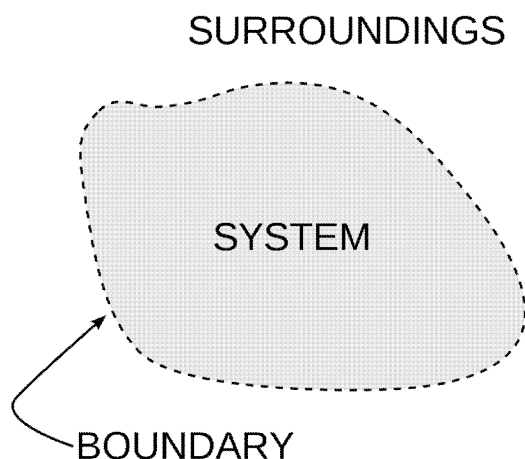
เนื่องจากเอกภพมีปริมาตรและขนาดที่กว้างใหญ่ สามารถมองได้หลายมุมหลายทัศนะ. แต่เมื่อมองในมุมของอุณหพลศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งเอกภพออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นระบบ และ ส่วนที่เป็นสิ่งแวดล้อม. **ระบบ (system)** หมายถึง สิ่งต่างๆ ในเอกภพ ที่นักวิทยาศาสตร์ สนใจและทำการศึกษา. อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรมก็ได้ เช่น เครื่องกล ปฏิกริยาเคมี เซลล์ต่างๆ เชื้อโรค ดาวเคราะห์ การตอบสนอง ฯลฯ และเมื่อจะทำการศึกษาก็ต้องกำหนดขอบเขต (**boundary**) ให้แก่ระบบ. **สิ่งแวดล้อม (surroundings)** หมายถึง บริเวณอื่นที่ไม่ใช่ขอบเขตของระบบ ใช้เพื่อเปรียบเทียบและสังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในระบบ (ถ้าไม่มีสิ่งแวดล้อม ก็จะไม่มีการเปรียบเทียบว่าระบบ เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร).

การกำหนด ‘ขอบเขต’ (**boundary**) ให้แก่ระบบ มีความจำเป็นและต้องทำก่อนที่จะศึกษาระบบ. แม้ว่าสิ่งที่จะศึกษา เช่น ระบบสุริยะของดาวฤกษ์ดวงหนึ่ง ซึ่งยังไม่ทราบขอบเขตที่แท้จริงก็ตาม แต่จำเป็นต้องกำหนดมันขึ้นมาในจินตภาพ (ขอบเขตจินตนาการ). ระบบอุณหพลศาสตร์ที่สำคัญมี 3 ประเภท คือ

(1) ระบบปิด (**closed systems**) คือ ระบบที่มีมวลคงที่ แต่อนุญาตเฉพาะพลังงาน สามารถถ่ายเทผ่านเข้าหรือออกระบบได้. หรือ ระบบที่ไม่สามารถเกิดการถ่ายเทมวลสาร เข้า-ออก จากระบบ ไปสู่สิ่งแวดล้อมได้ (แต่อาจเกิดการถ่ายเทพลังงานได้). พลังงานที่เข้าออกจากระบบ มี 2 ประเภทคือ พลังงานความร้อน (พลังงานที่เกิดจากความแตกต่าง ระหว่างอุณหภูมิของระบบ กับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม) และ พลังงานอื่น (เช่น พลังงานที่เกิดจากงานทางกลศาสตร์).

(2) ระบบเปิด (**open systems**) คือ ระบบที่มีปริมาตรคงที่ (**fixed volume**) แต่อนุญาตให้ทั้งมวลและพลังงาน เข้าออกจากระบบได้. หรือหมายถึง ระบบที่สามารถเกิดการถ่ายเทมวลสาร เข้า-ออก จากระบบไปสู่สิ่งแวดล้อมได้.

(3) ระบบอิสระ หรือระบบโดดเดี่ยว (isolated systems) คือ ระบบที่ปิดกั้นตัวเองจากสิ่งแวดล้อมโดยสมบูรณ์ มวลหรือพลังงานภายนอก ไม่สามารถเข้ามาในระบบได้. หรืออธิบายได้ว่า ระบบ ที่ไม่สามารถเกิดการถ่ายเทมวลสารและพลังงาน เข้า-ออก จากระบบไปสู่สิ่งแวดล้อมได้.



ภาพที่ 2.12 ระบบ ขอบเขต และสิ่งแวดล้อม ของอุณหพลศาสตร์ (ภาพจาก วิกิพีเดีย: 27 พ.ค. 2561)

2.3.3 กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์ (states and processes)

การศึกษาอุณหพลศาสตร์ มุ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่เกิดขึ้น เมื่อเกิดกระบวนการต่างๆ เช่น การหลอมเหลวของสสาร การเกิดปฏิกิริยาเคมี และอื่นๆ. กระบวนการที่เกิดขึ้นแล้ว มีการให้พลังงานกับสิ่งแวดล้อม เราเรียกว่า กระบวนการแบบคายความร้อน (exothermic process) เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง. ถ้ากระบวนการที่เกิดขึ้นแล้ว มีการรับพลังงานจากสิ่งแวดล้อม เราเรียกว่า กระบวนการแบบดูดความร้อน (endothermic process) เช่น การหลอมเหลว การระเหย ของสสาร เป็นต้น.

มีกระบวนการในธรรมชาติหลายกระบวนการ ที่สามารถเกิดขึ้นได้เองตามกฎข้อที่ 2 โดยที่ไม่ต้องไปกำหนดระบบอะไรเลย ในขณะที่บางกระบวนการ ไม่สามารถเกิดขึ้นได้เอง. กระบวนการที่เกิดขึ้นได้เอง เรียกว่า spontaneous change หรือ natural change เช่น การขยายตัวของแก๊สจากปริมาตรน้อยไปสู่ปริมาตรมากขึ้น การเย็นตัวของวัตถุร้อน ไปสู่อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม หรือ การเกิดปฏิกิริยาบางชนิด ที่สามารถเกิดได้ในทิศทางเดียว เป็นต้น. แต่ถ้าเราต้องการทำให้แก๊สมีปริมาตรลดลง หรือ ทำให้ปฏิกิริยาเกิดในทิศทางตรงข้าม เราสามารถทำได้ แต่ต้องอาศัยการทำงานเข้ามาช่วยให้กระบวนการเหล่านั้นสำเร็จผล. กระบวนการเหล่านี้ ไม่ใช่กระบวนการที่เกิดขึ้นเองโดย





ธรรมชาติ.

กระบวนการที่เกิดขึ้นได้เอง จะเกิดขึ้นได้ เมื่อการเปลี่ยนแปลงนั้น ทำให้ระบบมีความไม่เป็นระเบียบมากขึ้น. ซึ่งความไม่เป็นระเบียบที่วุ่นนี้ ก็คือ การเกิดการกระจายตัว (dispersal) ของวัตถุ สาร โมเลกุล อะตอม หรือแม้กระทั่ง การกระจายตัวของพลังงาน. การเปลี่ยนสถานะของสาร (phase transition) ตามกฎข้อที่ 2 จากกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ จะเกิดขึ้นที่ อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง และมีการเปลี่ยนแปลง เอนโทรปี ค่อนข้างมาก.

กระบวนการอื่นๆ ในอุณหพลศาสตร์ เช่น กระบวนการปริมาตรคงที่ (isochoric processes) เป็นกระบวนการที่ปริมาตรของระบบคงตัว คือไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร หมายความว่า ถ้าพลังงานความร้อนไหลเข้าระบบที่มีปริมาตรคงที่ จะทำให้พลังงานภายในเพิ่มขึ้น. กระบวนการความดันคงที่ (isobaric processes) กระบวนการความดันคงตัวเกิดขึ้น เมื่อความดันของระบบมีค่าคงตัว โดยที่ค่าของความร้อนและงานจะไม่ใช่ศูนย์. ตัวอย่างของกระบวนการนี้ได้แก่ การกลายเป็นไอของของเหลว. กระบวนการความร้อนคงที่ (adiabatic processes) จะไม่มีการส่งผ่าน พลังงานความร้อนเข้าหรือออกจากระบบ. กระบวนการขยายตัวอิสระ (free expansion) เป็นกระบวนการที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้ามาหรือออกไป และความดันภายนอกเท่ากับศูนย์. กระบวนการแบบวัฏจักร (cyclic processes) เป็นกระบวนการที่สภาวะตั้งต้น และสภาวะสุดท้ายเป็นสภาวะเดียวกัน. กระบวนการนี้จะไม่ได้เป็นระบบโดดเดี่ยว พลังงานภายในจะเป็นศูนย์. กระบวนการอุณหภูมิคงที่ (isothermal processes) เป็นกระบวนการที่เกิดจาก อุณหภูมิของระบบมีค่าคงตัว คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดกระบวนการ. เมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ พลังงานความร้อนทั้งหมดที่ระบบได้รับ จะกลายไปเป็นงานที่ระบบทำ. เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ช้า จะทำให้ความร้อนเปลี่ยนแปลงไป เป็นพลังงานในรูปอื่นโดยการทำงานของระบบ.

2.3.4 ระบบและสภาพแวดล้อมทางอุณหพลศาสตร์ของเอกภพ ที่สามารถวัดได้

ธาตุ และวัสดุสาร มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ต่างกัน. อุณหภูมิเหล่านี้ ได้แก่ อุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์ หรืออุณหภูมิต่ำสุดของสาร (absolute zero) ที่เป็นไปได้, อุณหภูมิจุดหลอมเหลว (melting point) จากของแข็งเป็นของเหลว, อุณหภูมิแข็งตัว (freezing point) จากของเหลวเป็นของแข็ง, อุณหภูมิจุดเดือด (boil) จากของเหลวเป็นไอ (ธาตุต่างๆ มีจุดเดือดแตกต่างกัน จุดเดือดของน้ำ ณ ระดับน้ำทะเล คือ 100 องศาเซลเซียส), อุณหภูมิจุดเผาไหม้ (ignition-point), อุณหภูมิควบแน่น (condensing), อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (dew-point), อุณหภูมิสัญญาณชีพ (vital signs). ภายในดาวฤกษ์ที่มีอุณหภูมิสูง นับสิบล้านเคลวิน อะตอมไม่

สามารถดำรงสภาพอยู่ได้. ภายใต้ภาวะอุณหภูมิ และความดันสูงระดับนี้ ทำให้บริเวณใจกลางของดาวฤกษ์ เต็มไปด้วยนิวเคลียสของไฮโดรเจนเป็นส่วนมาก. จะเกิดการหลอมรวมกันของนิวเคลียสต่างธาตุกัน ให้กลายเป็นนิวเคลียสของธาตุที่หนักกว่า คือ ฮีเลียม หรือ อนุภาคอัลฟา. การหลอมรวมกัน ของนิวเคลียสไฮโดรเจน กับนิวเคลียสของธาตุอื่น จะปล่อยพลังงานจำนวนมหาศาล ทั้งในรูปแสง และความร้อน. นั่นคือเหตุผลว่า ทำไม ดาวฤกษ์ จึงสามารถผลิตพลังงานได้เองตลอดเวลา.

ช่วงเหตุการณ์บีบแ่ง ซึ่งมีระยะเวลาสั้นมาก ๆ. อนุภาคมูลฐานต่าง ๆ เช่น ควาร์ก อิเล็กตรอน นิวตริโน และโฟตอน ได้ปลดปล่อยพลังงานแสง และความร้อน แพร่กระจายออกไปทุกทิศทาง อย่างรุนแรง พร้อมกับการขยายขนาดของเอกภพ อย่างหาขอบเขตไม่ได้. หลังเหตุการณ์บีบแ่ง เพียง 0.01 ในพันล้านวินาที อุณหภูมิของเอกภพลดลง เป็นสิบล้านล้านเคลวิน. ควาร์กรวมตัวกันเป็น โปรตอน (นิวเคลียส ของไฮโดรเจน) และ นิวตรอน. ผ่านไปอีก 3 นาที อุณหภูมิของเอกภพลดลง เป็น 100,000,000 เคลวิน ส่งผลให้โปรตรอน และ นิวตรอน รวมตัวเป็น นิวเคลียสของธาตุฮีเลียม. ในช่วงนี้ เอกภพขยายตัวรวดเร็วมาก. ผ่านไป 300,000 ปี อุณหภูมิ ของเอกภพลดลงเหลือ 10,000 เคลวิน. นิวเคลียสของไฮโดรเจน และ นิวเคลียสของฮีเลียม จะดูดเอาอิเล็กตรอน เข้ามาอยู่ในวงโคจร เกิดเป็นอะตอม ของธาตุไฮโดรเจนและธาตุฮีเลียม ตามลำดับ. หลังจากนั้นอย่างน้อย 1,000 ล้านปี แกแล็กซีต่าง ๆ ก็เกิดขึ้น. ภายในกาแล็กซี ประกอบด้วยธาตุพื้นฐาน คือ ไฮโดรเจน และฮีเลียม ซึ่งต่อมา จะก่อตัวรวมกันเป็นดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ เทหวัตถุต่าง ๆ ก็มีตามมา ระบบชีวิตก็อุบัติขึ้นหลังจากนั้น.

ที่แนวเทือกเขารอบหุบเขา **death valley** ในรัฐแคลิฟอร์เนีย และรัฐเนวาดา สหรัฐอเมริกา เป็นแนวป้องกันลมและฝน ส่งผลให้อากาศในหุบเขาร้อนระอุ. อุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ เมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม ค.ศ. 1913 สูงถึง 56.7 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิระดับนี้ มนุษย์ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้. อุณหภูมิปกติของร่างกายมนุษย์ (**basal body**) เท่ากับ 37 องศาเซลเซียส. ทำให้มนุษย์รับรู้ อุณหภูมิอุ่น ร้อน หนาว และทนต่อความแตกต่างของอุณหภูมิได้จำกัดมาก ๆ.

แต่ในเอกภพมีระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกันมาก จนไม่สามารถสร้างเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ไปวัดได้โดยตรง. นักวิทยาศาสตร์ ต้องพึ่งพาการสังเกต และวัดค่าการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของธาตุอื่นที่เกี่ยวข้อง กับเปลี่ยนแปลงไปตามระดับอุณหภูมิ เช่น สังเกตจากสีของแสง. ร้อยละ 99.86 ของระบบสุริยะทั้งหมด คือ มวลของดวงอาทิตย์. ดวงอาทิตย์ในระบบสุริยะของเรา มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1,400,000 กิโลเมตร และมีอายุขัยราว 4,600 ล้านปี. แม้ว่า ร้อยละ 34 ของมวลดวงอาทิตย์ จะอยู่ในชั้นแกนกลาง ซึ่งมีสัดส่วนต่อปริมาตรของแกนกลาง เพียงร้อยละ 0.8 เท่านั้น แต่ก็ทำให้ดวงอาทิตย์ มีชุมพลังขับเคลื่อนออกมาได้อย่างมหาศาล. ในชั้นแกนกลางของดวงอาทิตย์ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 350,000 กิโลเมตร จะมีอุณหภูมิสูงถึง 15,000,000 องศาเซลเซียส ชั้น





The 7-Element Absolute of Everything by SUDIN CHAOHINFA

หนึ่งดับไป อีกดวงหนึ่งเกิดขึ้น ก็มีพฤติกรรมไม่แตกต่างจาก การกระเพิ่มในที่ว่างของอนุภาค เสมือน.

(4) เอนโทรปี ของสมาธิจิต อาจย้อนลูกศรเวลาได้ เช่น การพาจิตเข้า ฌานที่ 1 ฌานที่ 2 ฌานที่ 3 ฌานที่ 4 ตามลำดับ และสามารถ พาจิตออกจาก ฌานที่ 4 กลับไปฌานที่ 3 - 2 - 1 ได้ตามลำดับ. อาจเทียบได้กับ ภาวะเอนโทรปีของจิตกลับทิศ เพราะก่อน ฌานที่ 1 ภาวะจิตอยู่ในภาวะยุ่งเหยิงที่สุด และความไร้ระเบียบของจิต จะค่อยๆ ถูกทำให้เป็นระเบียบมากขึ้น ในฌานระดับที่สูงขึ้น. หากเทียบสภาวะของจิต ฌานที่ 8 (เนวสัญญานาสัญญายตนะ) เท่ากับ ภาวะศูนย์องศาสัมบูรณ์ ตามกฎข้อที่ 3 มีผลทำให้ค่าเอนโทรปีของจิต มีค่าต่ำสุด.

(5) ณ องศาศูนย์สัมบูรณ์ เป็นค่าที่นักวิทยาศาสตร์สมมุติขึ้น และสร้างกฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์ว่า หากสารถูกลดอุณหภูมิแบบเย็นสุดขีด เท่ากับศูนย์องศาสัมบูรณ์แล้ว อนุภาคในสารนั้นจะหยุดนิ่งโดยสมบูรณ์. เท่ากับว่า สารจะไม่มีการเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงใดๆ ณ ศูนย์องศาสัมบูรณ์. ถ้าเช่นนั้น อวิชา ในส่วนที่เป็นวัตถุธาตุ ก็ย่อมเป็นอมตะ ไม่มีการเสื่อม ไม่มีการตาย, เมื่อส่วนที่เป็นวัตถุธาตุของอวิชา กลายเป็นก้อนแข็ง ก็จะทำให้ส่วนที่เป็นจิตธาตุของอวิชา กลายเป็นก้อนแข็งไปด้วยอย่างนั้นหรือ? ความเย็นระดับนี้ ตถาคตก็ไม่ได้กล่าวไว้, พระองค์กล่าวไว้ว่า “... อวิชา แต่ก่อนมิได้มี อวิชามามีในภายหลัง” ซึ่งสอดคล้องกับกฎของฟิสิกส์ ที่ยอมรับว่า สารและพลังงานเปลี่ยนรูปได้. อวิชาในส่วนที่เป็นวัตถุธาตุ มิได้มี แต่มาเมื่อพลังงานเปลี่ยนรูปมาเป็นสาร, อวิชาในส่วนที่เป็นจิตธาตุ มิได้มี แต่มาเมื่อภายหลัง อวิชาก็เจริญงอกงามได้ เพราะมีอาหารเป็นปัจจัย, แล้วอวิชา ก็กลายเป็นต้นเหตุการเกิด การเสื่อม การดับสลายของธาตุต่างๆ ตามมามากมาย. ดังนั้น องศาศูนย์สัมบูรณ์ จึงเป็นเพียงค่าสมมุติตลอดไป หรืออาจจะเป็นจริงได้ก็เพียงชั่วขณะหนึ่งเท่านั้น ไม่เป็นการตลอดไปได้นาน. เพราะมีฉะนั้น จะไปขัดแย้งกับหลักสังขตธรรม ซึ่งกล่าวว่า ทุกสรรพสิ่งมีการเกิดปรากฏ การเสื่อมปรากฏ และเสื่อมต่อเนื่องจนกระทั่งดับสลายไป (แล้วไปเกิดในรอบใหม่).



