

## บทที่ ๗

### พระพุทธศาสนากับฟิสิกส์ใหม่

ดร.ศศิวรรณ กำลั้งสินเสริม

ดร.อำนาจ ยอดทอง

อาจารย์ภินันท์ สิงห์กฤตยา

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

เมื่อได้ศึกษาเนื้อหาในบทนี้แล้ว ผู้ศึกษาสามารถ

๑. อธิบายทฤษฎีสัมพัทธภาพและทฤษฎีควอนตัมฟิสิกส์ได้
๒. อธิบายความสอดคล้องและแตกต่างระหว่างพระพุทธศาสนากับทฤษฎีสัมพัทธภาพได้
๓. อธิบายความสอดคล้องและแตกต่างระหว่างพระพุทธศาสนากับทฤษฎีควอนตัมฟิสิกส์ได้

#### ขอข้ายเนื้อหา

- ฟิสิกส์ทฤษฎีใหม่
  - ทฤษฎีสัมพัทธภาพ
  - ทฤษฎีควอนตัมฟิสิกส์
- พระพุทธศาสนากับทฤษฎีสัมพัทธภาพ
  - สัมพัทธภาพกับหลักปฏิจจสมุปบาท
  - สัมพัทธภาพกับจตุธาตุ
  - สัมพัทธภาพกับมนุษย์ในฐานะผู้รับรู้โลก
- พระพุทธศาสนากับทฤษฎีควอนตัมฟิสิกส์
  - หลักความไม่แน่นอนสนับสนุนคำสอนเรื่องอนิจจัง
  - โครงสร้างอะตอมสนับสนุนคำสอนเรื่องทุกข์
  - อนุภาคที่เล็กกว่าอะตอมสนับสนุนคำสอนเรื่องอนัตตา

## ความนำ

วิทยาศาสตร์ คือ การอธิบายธรรมชาติของสิ่งต่างๆ รอบๆ ตัวเรา ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ต่างก็พยายามหาคำอธิบายถึงธรรมชาติของสิ่งต่างๆ ที่มีความสมบูรณ์ และเรียกคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นว่า "ทฤษฎี" จุดเริ่มต้นของวิทยาศาสตร์คือ ปัญหา หรือ ข้อสงสัย ที่ยังไม่สามารถหาคำอธิบายได้ หรือมีความขัดแย้งกับคำอธิบายที่มีมาก่อนซึ่งในบางครั้งการคิดให้ละเอียดลออมากขึ้นก็สามารถแก้ปัญหาหรือข้อสงสัยนั้นๆ ได้ แต่ในบางครั้งเมื่อการคิดในกรอบเดิมๆ ถึงแม้จะละเอียดก็ยังไม่สามารถไขปัญหาหรือข้อสงสัยนั้นๆ ได้ก็จะเป็นการกระตุ้นให้นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายได้คิดนอกกรอบที่แตกต่างไปจากแนวคิดเดิมๆ นักวิทยาศาสตร์พยายามหาคำอธิบายสิ่งต่างๆ ที่สมบูรณ์กว่าเดิมอยู่เสมอ คือต้องสามารถอธิบายถึงปัญหาที่ค้นพบใหม่ได้ ทั้งยังต้องเข้ากันได้กับคำอธิบายแบบเก่าที่เข้าใจกันแล้วได้เป็นอย่างดี และที่สำคัญจะต้องเรียบง่าย และงดงาม<sup>๑</sup>

### ๗.๑ ฟิสิกส์ทฤษฎีใหม่

ฟิสิกส์ (physics) เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ<sup>๒</sup> ที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร และการเคลื่อนที่ของสสารท่ามกลางกาลอวกาศ (space-time)<sup>๓</sup> ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และมีการเคลื่อนที่ไหวผ่านกาลอวกาศ ตลอดรวมไปถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและแรง ฟิสิกส์มีความพยายามที่จะทำให้เรื่องราวต่างๆ มีความเรียบง่าย (simplification) และมีความเข้ากันได้ (unification)

---

<sup>๑</sup> หลักการในการทำให้องค์ความรู้ต่างๆ เรียบง่ายและรัดกุมนี้เอง เป็นการใช้ "มีดโกนของออกคัม" (Ockham's Razor) หรือกฎแห่งความตระหนี่ (law of economy หรือ law of parsimony) กล่าวโดย William of Ockham (ค.ศ. 1285 - 1347) ที่ว่า "สิ่งทั้งหลายไม่ควรจะทำให้ซับซ้อนเกินความจำเป็น" (*Pluralitas non est ponenda sine necessitate*; "Plurality should not be posited without necessity.") ("Ockham's Razor" **Encyclopaedia Britannica, Ultimate Reference Suite**, (Chicago: Encyclopaedia Britannica, 2008).) ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์คำกล่าวนี้นักถูกตีความในลักษณะที่ว่า "ถ้ามีทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้เทียบเท่ากันแล้ว จงเลือกทฤษฎีที่ซับซ้อนน้อยที่สุด"

<sup>๒</sup> วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ประกอบด้วยดาราศาสตร์ ชีววิทยา เคมี วิทยาศาสตร์โลก (earth science) นิเวศวิทยา ธรณีวิทยา และฟิสิกส์.

<sup>๓</sup> กาล-อวกาศ เป็นแนวคิดที่เชื่อมโยงที่ว่าง (space ที่นิยามแปลว่า อวกาศ) และเวลา หรือ กาล (time) รวมเป็นโครงสร้างหนึ่งเดียวกันเป็น ๔ มิติ โดยที่จุดแต่ละจุดในกาลอวกาศ จะเรียกว่า เหตุการณ์ (event).

การที่เราจะเข้าใจฟิสิกส์ใหม่ได้นั้นมีความจำเป็นที่จะต้องทราบแนวคิดและพัฒนาการของฟิสิกส์ดั้งเดิม หรือ ฟิสิกส์แบบคลาสสิก ซึ่งเริ่มตั้งแต่แนวคิดของเซอร์ไอแซก นิวตันเรื่อยมาจนกระทั่งถึงแนวคิดฟิสิกส์ใหม่ในปัจจุบัน

### ๗.๑.๑ ฟิสิกส์ดั้งเดิม

เซอร์ไอแซก นิวตัน (Newton, Sir Isaac, ค.ศ. 1643-1727) นักฟิสิกส์และนักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ผู้เป็นสัญลักษณ์แห่งการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ ๑๗ ก็บังงานเขียนสำคัญแห่งประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ คือ Principia Mathematica (Mathematical Principles of Natural Philosophy) ค.ศ. 1687) ผู้ค้นพบธรรมชาติของแสง และได้นำเสนอกฎการเคลื่อนที่ทั้ง ๓ ข้อ (Three laws of motion) ซึ่งเป็นพื้นฐานและยังคงใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และยังได้นำเสนอแนวคิดทฤษฎีว่าด้วยแรงโน้มถ่วง (The Laws of Universal Gravitation) ที่สรรพสิ่งต่างๆ ล้วนมีแก่กันและกัน แรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อผลแอปเปิลให้ร่วงหล่นสู่พื้นโลก ก็เป็นแรงเดียวกับที่โลกกระทำต่อดวงจันทร์ให้โคจรเป็นวงรี ดวงจันทร์เองนั้นร่วงหล่นอย่างต่อเนื่องภายใต้แรงโน้มถ่วง แต่ไม่เคยตกถึงพื้นโลกก็ด้วยความเร็วที่เพียงพอนั่นเอง ดวงจันทร์มีได้แขวนลอยอยู่บนทรงกลมแห่งสรวงสวรรค์ (celestial sphere) อย่างเช่นที่ศาสนจักรเข้าใจกัน โดยแรงของนิวตันนี้มีลักษณะสำคัญคือ เป็นไปในทันทีทันใด ไม่ต้องใช้เวลาในการเดินทางเคลื่อนที่

นิวตันมีแนวคิดอันเป็นสามัญในเรื่องอวกาศ(ระยะทาง)และเวลาที่มีลักษณะสมบูรณ์ (Absolute) นั่นคืออวกาศสมบูรณ์ (absolute space) ของนิวตันคืออวกาศ หรือ ช่วงว่างซึ่งประกอบด้วยสามมิติ คือ ตะวันออก-ตะวันตก, เหนือ-ใต้, ขึ้น-ลง ซึ่งสามารถรับรู้ได้ด้วยสามัญสำนึก นิวตันกล่าวว่า “อวกาศอันสมบูรณ์โดยธรรมชาติของมันเอง ซึ่งไม่อิงกับสิ่งภายนอกใดๆ จะเป็นเนื้อเดียวกันและไม่เคลื่อนที่” [Principia, 77]

เวลาสมบูรณ์ (absolute time) ของนิวตัน คือ เวลาในประสบการณ์ชีวิตประจำวันที่สามารถรับรู้ได้ เป็นสากล เคลื่อนที่ไปอย่างพร้อมเพรียงสม่ำเสมอ และไม่อาจหยุดยั้งได้ นิวตัน กล่าวว่า “เวลาทางคณิตศาสตร์อันสมบูรณ์และจริงแท้โดยตัวของมันเอง และโดยธรรมชาติของมันเองซึ่งไหลไปอย่างสม่ำเสมอ ไม่อิงอาศัยกับสิ่งภายนอกใดๆ ซึ่งมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความต่อเนื่อง (duration)” [Principia, 77]

จากทัศนะต่อความสมบูรณ์ ฟิสิกส์แบบดั้งเดิมจึงมีทัศนะต่อความจริงที่ว่า สรรพสิ่งทั้งหลายมีอยู่อย่างแท้จริง ผู้สังเกตการณ์และสิ่งที่ถูกสังเกตล้วนแต่มีอยู่ในโลกซึ่งมีสิ่งต่างๆ ปรากฏอยู่อย่างแท้จริง ไม่ขึ้นกับผู้สังเกตการณ์ที่รับรู้สิ่งเหล่านี้และสิ่งที่ถูกสังเกตมีสมบัติทางกายภาพที่สามารถหาค่าได้

เช่น ความเร็ว มวล หรือ เวลา เป็นต้น คือ ไม่ว่าผู้สังเกตการณ์จะเป็นใครย่อมค้นพบสมบัติของสิ่งเดียวกันได้เหมือนๆ กัน ซึ่งในทางปรัชญาทัศนะเช่นนี้ จะเรียกว่า ความจริง หรือ สัจนิยม (Realism)<sup>๔</sup>

แนวคิดของนิวตันนี้เอง ได้พัฒนาเป็นรากฐานของวิชาฟิสิกส์อยู่เกือบสองศตวรรษ และทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปอย่างมากมาย จนกระทั่งได้เกิดแนวคิดใหม่ในทางวิทยาศาสตร์ โดยเจมส์ คลาสก์ แมกซ์ เวลล์<sup>๕</sup> นักฟิสิกส์และนักวิทยาศาสตร์ชาวสกอตต์ ผู้นำเสนอแนวคิดว่าด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Theory) โดยนำเสนอแนวคิด "สนาม" (field) เพื่ออธิบายแรงลึกลับทางไฟฟ้าและแม่เหล็ก ซึ่งไม่ได้เคลื่อนที่ไปในแบบทันทีทันใด (เหมือนแนวคิดของนิวตัน) แต่ต้องใช้เวลาและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่คงที่แน่นอนค่าหนึ่ง โดยที่สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนแปลงสลับกลับไปมาได้โดยไม่รู้จักจบอย่างเป็นวัฏจักร มีลักษณะการสั่นอย่างเข้าจังหวะกันในลักษณะคลื่นซึ่งเมื่อทำการคำนวณการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้พบว่ามีความเร็วเท่ากับความเร็วแสง (Speed of light) นั่นเอง สนามจึงเป็นแรงที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่จำกัด เรียกว่า ความเร็วแสง<sup>๖</sup>

เมื่อถึงปลายศตวรรษที่ ๑๙ นักวิทยาศาสตร์ต่างเข้าใจกันว่า สาเหตุหลักทั้งสองของวิทยาศาสตร์นี้คือ แรงของนิวตัน และสนามของแมกซ์เวลล์ เป็นการตอบคำถามพื้นฐานของจักรวาลได้แล้วอย่างหมดสิ้น แต่กลับมีปัญหาบางอย่างที่ความรู้แห่งยุคสมัยยังไม่สามารถไขให้กระจ่างได้เช่นการที่มาตามคูรี (Madame Marie Curie, ค.ศ. 1867-1934) พบว่ามีพลังงานจำนวนมากที่ดูเหมือนไม่มีจำกัด ซึ่งได้มาจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ลึกลงไปใต้อะตอมที่ไม่มีใครรู้จัก อันขัดกับกฎอนุรักษพลังงาน (law of conservation of energy) หรือเมื่อพบว่า แสงมีลักษณะเป็นคลื่น แล้วอะไรคือสิ่งที่สั่นในคลื่นนั้น เมื่อแสงสามารถเดินทางผ่านสุญญากาศซึ่งก็คือความว่างเปล่า เป็นต้น

### ๗.๑.๒ ฟิสิกส์ใหม่

ในศตวรรษที่ ๑๗ ไอแซก นิวตัน และนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลาย สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ ได้สำเร็จซึ่งคำอธิบายเหล่านี้ต่อมาเรียกว่า "ทฤษฎีกลศาสตร์คลาสสิก" (classical mechanics) ที่มีกรอบแนวคิดจากประสบการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งภายในกรอบนั้นวัตถุต่างๆ มีการดำรงอยู่ของตนเอง ในตำแหน่งแห่งที่ที่แน่นอน และเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่ชัดเจน กลศาสตร์จึงสามารถใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ ได้ ซึ่งถ้าสามารถรับรู้ถึงตำแหน่งและความเร็วของวัตถุต่างๆ อย่างแม่นยำเพียงพอแล้ว ย่อมสามารถทำนายการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ ไม่ว่าจะเล็กหรือ

<sup>๔</sup> ในทางปรัชญา คือแนวคิดที่ว่าวัตถุแห่งความรู้ที่ดำรงอยู่ เป็นอิสระจากผู้รับรู้หรือคิดเกี่ยวกับวัตถุนั้น, "Realism" **Encyclopaedia Britannica, Ultimate Reference Suite**, (Chicago: Encyclopaedia Britannica, 2008).

<sup>๕</sup> Maxwell, James Clerk, ค.ศ. 1831-1879.

<sup>๖</sup> ความเร็วแสง (Speed of light) ในสุญญากาศมีค่าที่ยอมรับในปัจจุบัน คือ ๒๙๙,๗๙๒ กิโลเมตร/วินาที

ใหญ่โตเพียงใดได้อย่างแม่นยำตามที่ต้องการ อันเป็นการมองธรรมชาติภายใต้ทัศนะแบบนียัตตินิยม ดังเช่นที่ ลาปลาซ (Laplace, Pierre-Simon, marquis de, ค.ศ. 1749-1827) ได้แสดงทัศนะแบบนี้ยัตตินิยมไว้อย่างเข้มข้นในคำนำของหนังสือ Philosophical Essay on Probabilities ว่า

"เราจำเป็นต้องยอมรับว่าสภาวะ (state) ปัจจุบันของเอกภพเป็นผลของสภาวะก่อนๆ ของมันเอง และเป็นสาเหตุของสภาวะที่จะติดตามมาด้วย ในเวลาใดเวลาหนึ่ง ผู้มีสติปัญญาซึ่งรู้แรงทั้งหมดที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ณ ขณะนั้น รวมทั้งรู้ตำแหน่งต่างๆ ในตอนนั้นของสิ่งทั้งปวงในเอกภพก็จะสามารถเข้าใจการเคลื่อนที่ของเทหวัตถุที่ใหญ่ที่สุด รวมทั้งอะตอมที่เล็กที่สุดในโลกด้วยสูตรเดียว ถ้าหากว่าสติปัญญาของเขามีอำนาจพอที่จะรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์"<sup>๗</sup>

ต่อมา ในราวศตวรรษที่ ๒๐ ได้เกิดจุดเปลี่ยนทางความคิดของวิทยาศาสตร์ คือ ในปี ค.ศ. ๑๙๐๐ โดย มัคซ์ พลังค์ (Max Planck, Max Karl Ernst Ludwig Planck, ค.ศ. 1858-1947) ในการอธิบายเรื่องเกี่ยวกับปัญหาของการแผ่รังสี ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายว่า ทำไมเมื่อเผาวัตถุให้ร้อนจัดจะเกิดแสงขึ้น โดยจะเริ่มจากแสงสีแดงก่อนเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แสงสีแดงก็จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและกลายเป็นสีขาวในที่สุด มัคซ์ พลังค์ อธิบายว่า พลังงานที่วัตถุปลดปล่อยออกมาและพลังงาน ที่วัตถุดูดกลืนเข้าไปมีลักษณะไม่ต่อเนื่องเป็นลักษณะการกระโดด อยู่ในรูปของก้อนพลังงานที่เรียกว่า ควอนตัม (quantum) โดยแต่ละควอนตัมของพลังงานจะมีค่าแปรผกผันตามความถี่ ยิ่งความถี่มาก พลังงานก็จะมากตามไปด้วย ตามสมการว่า  $E = hf$  เมื่อ  $E$  เป็นพลังงานในแต่ละควอนตัม,  $f$  เป็นความถี่ของรังสี และ  $h$  คือค่าคงที่ของพลังค์ โดยทฤษฎีที่ มัคซ์ พลังค์ นำเสนอนี้เอง นับได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของฟิสิกส์สมัยใหม่ (Modern Physics) หรือ กลศาสตร์ใหม่ (Modern mechanics) เกิดคำอธิบายถึงธรรมชาติของสิ่งที่เล็กมากๆ เช่น อะตอมและอนุภาคที่เล็กกว่าอะตอม และธรรมชาติของสิ่งที่เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วมากๆ เช่น ที่ความเร็วใกล้แสง อันเป็นสิ่งที่กลศาสตร์แบบคลาสสิกไม่สามารถเข้าใจ และไม่สามารถอธิบายได้ ซึ่งอาจจะนับได้ว่าเป็นการปฏิวัติองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับฟิสิกส์สมัยใหม่นี้สามารถแบ่งออกเป็น ๒ แขนงใหญ่ๆ คือ

- ๑) ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม (Quantum Mechanics) หรือควอนตัมฟิสิกส์
- ๒) ทฤษฎีสัมพัทธภาพ (Relativity) ของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein)

### ๒.๑ ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม

กลศาสตร์ควอนตัม เป็นองค์ความรู้ที่ได้รับการคิดค้นและพัฒนาโดยนักวิทยาศาสตร์นานาชาติ นำโดย มัคซ์ พลังค์ (Max Planck), อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์, นีลส์ โบร์ (Niels Bohr), ลุย เดอ เบรย (Louis de Broglie), แอร์วิน ชเรอดิงเงอร์ (Erwin Schrodinger), โวล์ฟกัง เพาลี (Wolfgang Pauli), แวร์เนอร์ ไฮเซน

<sup>๗</sup> พัฒนา พสุธารชาติ, หน้า ๒๗๑

เบิร์ก (Werner Heisenberg) และพอล ดิแรก (P.A.M. Dirac) เป็นการศึกษาสิ่งที่เล็กมากๆ เช่น อะตอม<sup>๔</sup> และอนุภาคที่เล็กกว่าอะตอม ซึ่งสำหรับแบบจำลองของอะตอมที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคย คือ แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford, Baron Rutherford of Nelson, of Cambridge, 1871-1937) การที่อิเล็กตรอนซึ่งมีประจุทางไฟฟ้าเป็นลบ (-) โคจรรอบๆ นิวเคลียสซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีประจุทางไฟฟ้าเป็นบวก (+) (เปรียบเทียบกับมีลักษณะคล้ายกับระบบสุริยะจักรวาลแบบย่อส่วนที่อิเล็กตรอนหลายๆตัวที่เปรียบเสมือนดาวเคราะห์ทั้งหลายที่โคจรรอบนิวเคลียสที่เปรียบเสมือนดวงอาทิตย์) ประกอบขึ้นด้วยนิวตรอนซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า และโปรตอนซึ่งมีประจุทางไฟฟ้าเป็นบวก (นิวเคลียสมีขนาดเพียงประมาณหนึ่งในแสนเท่าของขนาดอะตอมทั้งหมด โครงสร้างของอะตอมส่วนใหญ่จึงเป็นพื้นที่ว่างเปล่า) โดยที่อิเล็กตรอนโคจรรอบๆ นิวเคลียสโดยที่ไม่หลุดหายไปไหนก็ด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างตัวเอง ซึ่งมีประจุทางไฟฟ้าเป็นลบและนิวเคลียสซึ่งมีประจุทางไฟฟ้าเป็นบวก ซึ่งในความเป็นจริงแล้วย่อมเป็นระบบที่ไม่มีเสถียรภาพตามกลศาสตร์แบบคลาสสิก เนื่องจากลักษณะของอะตอมดังกล่าว อิเล็กตรอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นลบจะค่อยๆ โคจรลดระดับลงสู่นิวเคลียสด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าพร้อมทั้งปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของการแผ่รังสี และเมื่อประจุลบรวมตัวกับประจุบวกที่นิวเคลียสแล้ว ความเป็นอะตอมย่อมจะต้องสูญหายไป แบบจำลองของอะตอมในลักษณะดังกล่าว จึงไม่สามารถอธิบายการมีอยู่ของอะตอมได้อย่างแท้จริง และเมื่อหลายสิ่งหลายอย่างไม่สามารถอธิบายได้ด้วยกลศาสตร์คลาสสิก จึงมีความจำเป็นจะต้องมีคำอธิบายใหม่ๆ ต่อธรรมชาติของสิ่งเล็กในระดับอะตอมและในระดับที่เล็กกว่าอะตอมเหล่านั้น นั่นก็คือ กลศาสตร์ควอนตัม ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากกลศาสตร์คลาสสิกที่รู้จักกันดี

### กลศาสตร์ควอนตัม คืออะไร

กลศาสตร์ควอนตัม (quantum mechanics) คือ ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของสสารและแสงในระดับของอะตอมและในระดับที่เล็กกว่าอะตอม กลศาสตร์ควอนตัมพยายามที่จะอธิบายและทำความเข้าใจถึงคุณสมบัติต่างๆ ของโมเลกุล (molecules) และอะตอม (atoms) รวมทั้งอนุภาคต่างๆ ที่เล็กกว่าอะตอม (subatomic particle) ได้แก่ อิเล็กตรอน (electrons) โปรตอน (protons) และนิวตรอน (neutrons) (อนุภาคทั้ง ๓ ชนิด เป็นอนุภาคที่เหมือนสสาร มีพฤติกรรมภายใต้หลักการกีดกันของเพาลี (Pauli Exclusion Principle) ซึ่งเรียกรวมๆ ว่า เฟอร์มิออน (fermions) นั่นคือ เฟอร์มิออนคู่ใดที่เหมือนกันทุกประการไม่สามารถเข้าไปอยู่ในสถานะควอนตัมเดียวกันได้ เช่นกรณีของอิเล็กตรอน ที่ระดับพลังงาน

---

<sup>๔</sup> หน่วยที่เล็กที่สุดของสสารที่สามารถแบ่งแยกย่อยออกมาได้ โดยไม่ปลดปล่อยประจุทางไฟฟ้า เป็นหน่วยย่อยที่สุดของธาตุที่สามารถระบุได้ด้วยวิธีการทางเคมี, "atom", **Encyclopaedia Britannica, Ultimate Reference Suite.**

แต่ระดับจะมีอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน ๒ ตัว โดยทั้งสองตัวจะต้องมีสปิน (spin) หรือโมเมนตัมเชิงมุมภายใน (Intrinsic Angular momentum) ในลักษณะตรงกันข้าม คือ ตัวหนึ่งจะต้องมีสปินขึ้น อีกตัวหนึ่งจะต้องมีสปินลง<sup>๙</sup> และอนุภาคที่สามารถทำความเข้าใจได้ยาก เช่น ควาร์ก (quarks) และ กลูออน (gluons) รวมไปถึงปฏิสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างอนุภาคกับอนุภาค และอนุภาคกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic radiation) เช่นแสง รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา ["quantum mechanics", Encyclopaedia Britannica, Ultimate Reference Suite 2008]

### แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีควอนตัม

ธรรมชาติของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการแผ่รังสี (radiation) เช่น แสง และสสาร (matter) ต่างก็มีคุณสมบัติของความเป็นอนุภาค (particles) และคลื่น (waves) นั่นคือ รังสี มีคุณสมบัติเหมือนอนุภาค (particle-like properties) และอนุภาคมีคุณสมบัติเหมือนคลื่น (wave-like properties) ซึ่งแต่เดิมโดยคำอธิบายของนิวตัน และนักฟิสิกส์ส่วนใหญ่ในศตวรรษที่ ๑๘ ต่างก็เชื่อว่าแสงเป็นกระแสของอนุภาค (มีลักษณะเช่นเดียวกับกระสุนจากปืนกล) ที่เรียกว่า Corpuscles ซึ่งต่อมาภายหลังราวหนึ่งร้อยปีได้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแนวคิดที่แสงเป็นอนุภาคไปสู่แนวคิดที่แสงเป็นคลื่น โดยคุณสมบัติของความเป็นคลื่นอย่างหนึ่งคือ การแทรกสอด (interference) ซึ่ง คุณสมบัติอย่างหนึ่งของคลื่น คือเมื่อ คลื่นเคลื่อนที่มาปะทะกันจะเกิดการแทรกสอดขึ้น (ต่างกับอนุภาคเมื่อเคลื่อนที่มาปะทะกัน จะเกิดการกระเด็นกันไปคนละทิศทาง)

ในการทดลองที่อธิบายคุณสมบัติคลื่นของแสง คือ การทดลองของโทมัส ยัง (Thomas Young, ค.ศ. 1773-1829) ที่เมื่อส่องแสงสีเดียว (monochromatic light) ผ่านช่องสลิตคู่ (double slit) เพื่อสร้างแหล่งกำเนิดแสง ๒ แหล่งที่มีความยาวคลื่นเดียวกัน ทำให้สามารถสังเกตเห็นริ้วการแทรกสอดของแสงได้ ซึ่งการทดลองนี้เป็นการสนับสนุนแนวคิดที่ว่าแสงมีคุณสมบัติเป็นคลื่น ตามคุณสมบัติของการแทรกสอดซึ่งมีในคลื่น

แต่สำหรับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (photoelectric effect) กลับให้ผลที่แตกต่าง คือเมื่อรังสีเหนือม่วง (ultraviolet) ตกกระทบแผ่นโลหะที่ต่อกับขั้วลบนั้น ทำให้แผ่นโลหะสูญเสียประจุลบไป แต่เมื่อใช้แสงที่ตามองเห็นฉายลงบนโลหะจะไม่เกิดการสูญเสียประจุ ปรากฏการณ์นี้ไอน์สไตน์อธิบายว่า ประจุที่หายไปจากแผ่นโลหะนั้น คืออิเล็กตรอนที่ถูกปะทะด้วยก้อนพลังงานของแสง จนกระเด็นหลุดจากแผ่นโลหะ (คล้ายลูกบิลเลียดที่ถูกกระทบให้เคลื่อนที่) ซึ่งก้อนพลังงานที่ว่านี้ มีขนาดเล็กและมี

---

<sup>๙</sup> สำหรับอนุภาคในระดับที่เล็กกว่าอะตอม และไม่เป็นไปตามหลักการกีดกันของเพาลี จะเรียกว่า โบซอน (Bosons)

พลังงานอยู่ภายใน (corpuscles) ปัจจุบันเรียกว่า โฟตอน (photon) สำหรับโฟตอนของรังสีเหนือม่วงนั้นมีพลังงานมากกว่าโฟตอนของแสงธรรมดาคือที่เราสามารถมองเห็นได้ นั่นคือกลศาสตร์ควอนตัม

แนวคิดสำคัญประการหนึ่งของกลศาสตร์ควอนตัม ก็คือ หลักความไม่แน่นอน (Uncertainty Principle) ของเวอร์เนอร์ ไฮเซนเบิร์ก (Werner Heisenberg's Uncertainty Principle) ที่กล่าวว่า เราไม่สามารถวัดปริมาณทางฟิสิกส์บางคู่ให้แม่นยำพร้อมๆ กันได้ เช่น คู่ระหว่างตำแหน่ง-โมเมนตัม หรือระหว่างพลังงาน-เวลา °°หมายความว่า เราไม่สามารถรู้ตำแหน่งและความเร็วของอนุภาคในเวลาเดียวกันได้อย่างแม่นยำ คือตามทฤษฎีควอนตัมจะมีขีดจำกัดถึงความละเอียดในการวัด ขีดจำกัดนี้ไม่ได้เป็นข้อจำกัดที่วัดไม่ได้เกิดจากเครื่องมือตีความน้อยอย่างไรในการสร้างขึ้นมาจากมีของจำกัดประจำตัวโดย

ธรรมชาติซึ่งเป็นผลจาก ๒ สาเหตุ คือ (๑) สภาพทวิภาคของคลื่นอนุภาค และ (๒) อันตรกิริยาระหว่างสิ่งที่สังเกตและเครื่องมือสำหรับสังเกต คือ ในการวัดสิ่งใดสิ่งหนึ่งต้องเกิดการรบกวนสิ่งหนึ่งนั้นไม่มากนักน้อยเกินไปไม่ได้เลยที่จะไม่รบกวนสิ่งที่ถูกวัด ตัวอย่างเช่น การที่จะกำหนดตำแหน่งลูกบิงปองที่หายไปในห้องที่มีด (ในที่นี้ยกตัวอย่างลูกบิงปองแทน อิเล็กตรอน เพื่อให้สามารถเห็นได้ชัดเจน) จะกำหนดได้ก็ต่อเมื่อสัมผัสด้วยนิ้ว หรือไม่เขี่ย หรือ ขณะที่มันสะท้อนมากระทบ เราจึงจะสามารถค้นพบลูกบิงปองนั้นได้เมื่อไรก็ตามที่ทำการวัดตำแหน่งของวัตถุ ไม่ว่าจะเป็นลูกบิงปอง และเช่นเดียวกับอิเล็กตรอน ซึ่งจะต้องสัมผัสให้ได้กับอะไรสักอย่าง ที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง เพื่อกำหนดตำแหน่งลูกบิงปองที่หายไปในห้องมืด ที่จะต้องหยั่งมือเพื่อค้นหา หรือไม่เขี่ย หรือส่องแสงไปที่ลูกบิงปองแล้วแสงที่สะท้อนจากลูกบิงปองสะท้อนมาเข้าตา เช่นเดียวกับ เมื่อค้นหาด้วยมือ หรือไม่เพื่อหาตำแหน่งของบอลบิงปองนั้น ก็จะต้องเกิดการสัมผัสลูกบิงปอง และเมื่อสัมผัสแล้วก็จะหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะกระทบกระทั่ง และถ่ายทอโมเมนตัมให้กับลูกบิงปอง ไม่มากนักน้อย ดังนั้นจึงทำให้ไม่ทราบตำแหน่งในอนาคตอีก หรือเมื่อใช้แสงส่องดูลูกบิงปอง เพื่อให้มองเห็น จะต้องมียังน้อยโฟตอนหนึ่งสะท้อนมาเข้าตาหรือเครื่องมือตรวจจับอื่นๆ เมื่อโฟตอนกระทบวัตถุขนาดธรรมดา มองเห็นไม่ชัดว่าเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนตำแหน่งไป แต่เมื่อโฟตอนกระทบวัตถุเล็กมากอย่างเช่น อิเล็กตรอน-โมเมนตัมที่ส่งผ่านมาให้มีผลต่อการเคลื่อนที่และตำแหน่งของอิเล็กตรอนในทางที่มีอาจทำนายได้

### ๒.๒ ทฤษฎีสัมพัทธภาพ (the Theory of Relativity)

จากแนวคิดแบบวิทยาศาสตร์คลาสสิกแบบนิวตัน ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานความคิดของอวกาศและเวลาสัมบูรณ์ ไอน์สไตน์ได้นำเสนอให้โลกได้รับรู้ถึงความจริงที่ว่า เวลานั้นสามารถเดินด้วยอัตราที่แตกต่างกันได้ในเอกภพนี้ เวลาไม่ได้มีความเป็นสากลที่มีความสมบูรณ์ในตนเอง เวลาจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความเร็วของการเคลื่อนที่ของผู้วัด หรือผู้สังเกต ที่ว่าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากน้อยเพียงใด และเวลาจะช้า

°° ประเวศ วะสี ๒๕๕๓ : ๑๖๑-๑๘๕.



ลงในบริเวณที่สนามความโน้มถ่วง มีความแรงขึ้น และเวลาสามารถหยุดนิ่งได้ ถ้าสนามความโน้มถ่วงมีความแรงมากเพียงพอ และเวลาไม่ได้มีอยู่มาแต่ก่อนอย่างเป็นทางการ เวลามีจุดเริ่มต้น

ทฤษฎีสัมพัทธภาพ เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยอวกาศและเวลา ถูกนำเสนอโดย อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein, 1897-1955) ซึ่งเป็นนักฟิสิกส์ชาวเยอรมันเชื้อสายยิว ซึ่งทฤษฎีสัมพัทธภาพจะประกอบไปด้วย ๒ ทฤษฎี คือ ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ (the Special Theory of Relativity) ที่ว่าด้วยฟิสิกส์ของการเคลื่อนที่ในระบบอ้างอิงเฉื่อย (inertial frames) คือกรอบอ้างอิงที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เมื่อเทียบซึ่งกันและกัน (ค.ศ. 1905) และทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป (the General Theory of Relativity) ที่ว่าด้วยฟิสิกส์ในระบบอ้างอิงที่มีความเร่ง (ค.ศ. 1916) เป็นทฤษฎีของความโน้มถ่วง

### ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ (the Special Theory of Relativity)

ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ ได้ถูกนำเสนอสู่สาธารณชนในครั้งแรกจากการนำเสนองานวิจัยของ ไอน์สไตน์ในปี ค.ศ. 1905 เรื่อง "พลศาสตร์ทางไฟฟ้าของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่" (On the Electrodynamics of Moving Bodies) เป็นทฤษฎีที่แสดงให้เห็นว่า ผู้สังเกตที่อยู่ในกรอบอ้างอิงเฉื่อยที่กำลังเคลื่อนที่สัมพัทธ์กันด้วยอัตราเร็วคงที่นั้น จะไม่สามารถทำการทดลองใดๆ เพื่อหาว่าผู้สังเกตคนใดมี "การเคลื่อนที่สัมบูรณ์" และที่เรียกว่า "พิเศษ" ก็เนื่องจากมันประยุกต์หลักสัมพัทธภาพกับกรอบอ้างอิงเฉื่อยเท่านั้น ซึ่ง ไอน์สไตน์ได้พัฒนาทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปที่ใช้ได้กับทุกกรอบอ้างอิงในภายหลัง ทฤษฎีนี้มีสมมติฐาน (Einstein Postulate) ดังนี้

๑) กฎฟิสิกส์ทั้งหลายเหมือนกันหมดในทุกกรอบอ้างอิงเฉื่อย<sup>๑๑</sup> ดังนั้น การเคลื่อนที่ทุกการเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ เราสามารถบอกความเร็วของวัตถุได้โดยการบอกเทียบกับวัตถุอื่นเท่านั้น มันเป็นไปได้ที่จะหาความเร็วสัมบูรณ์ของวัตถุ

๒) อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ (c) ที่วัดอย่างเที่ยงตรงมีค่าเท่ากัน สำหรับผู้สังเกตทุกคน ไม่ขึ้นกับการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดแสงหรือการเคลื่อนที่ของผู้สังเกต

ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษนี้ ได้ปรับเปลี่ยนแนวคิดเรื่องอวกาศและเวลาสัมบูรณ์ของ นิวตัน ทั้งยังล้มล้างแนวคิดเรื่องอีเทอร์และการอยู่นิ่งสัมบูรณ์ โดยการยืนยันว่า อวกาศและเวลานั้นถูกรับรู้ต่างกันไปขึ้นอยู่กับผู้สังเกต ทั้งยังนำมาซึ่งหลักการสมมูลของสสารและพลังงาน เป็นสมการที่มีชื่อเสียงที่ว่า  $E=mc^2$  เมื่อ c คือ อัตราเร็วของแสง (ซึ่งมีลักษณะสัมบูรณ์) และทฤษฎีสัมพัทธภาพได้ยืนยันว่าไม่มีวัตถุใดเคลื่อนที่เร็วเท่ากับแสงได้ ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษนี้ จะสอดคล้องกับกลศาสตร์ของนิวตันในสำนักทั่วไป และในการทดลองที่ความเร็วของสิ่งต่างๆ น้อยมากเมื่อเทียบกับอัตราเร็วแสง

<sup>๑๑</sup> กรอบอ้างอิง คือ ระบบพิกัดที่เราวัดปริมาณทางกายภาพเทียบกับมัน กรอบอ้างอิงเฉื่อยคือ กรอบที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ นั่นคือ กรอบที่ไม่ได้กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง

## ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป (the General Theory of Relativity)

ไอน์สไตน์ได้ตีพิมพ์ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป ในปี ค.ศ. ๑๙๑๖ นำเสนอเป็นปาฐกถาในสถาบันวิทยาศาสตร์ปรัสเซียเมื่อวันที่ ๑๕ พฤศจิกายน ๑๙๑๕ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบที่มีความเร็วไม่คงที่ เมื่อสัมพัทธ์ (หรือเทียบ) กับระบบที่มีความเร็ว เนื้อหาส่วนใหญ่ของทฤษฎี จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับแรงดึงดูดระหว่างมวล เป็นทฤษฎีเชิงเรขาคณิตของความโน้มถ่วงและเอกภพวิทยา

สำหรับแนวคิดหลักของทฤษฎีสัมพัทธภาพทั้ง ๒ ทฤษฎีนี้ คือแม้ผู้สังเกตสองคนที่กำลังเคลื่อนที่สัมพัทธ์กันนั้น อาจจะตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของเวลาและตำแหน่งได้ต่างกัน สำหรับเหตุการณ์หนึ่งๆ แต่ทั้งสองจะยังคงสังเกตเห็นเนื้อหาของกฎทางฟิสิกส์ที่เหมือนกัน นั่นคือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ถูกรู้กับผู้รับรู้ที่ไม่สามารถแยกขาดออกจากกันได้ แม้แต่กาล (เวลา) ซึ่งเดิมเข้าใจกันว่าเป็นสิ่งที่สมบูรณ์ ที่ไหลเรื่อยไปอย่างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงนั้น กลับกลายเป็นสิ่งสัมพัทธ์ที่ต้องอิงอาศัยสิ่งอื่น ไม่ได้มีความเป็นอิสระแต่อย่างใด หรือแม้แต่อวกาศก็อาจถูกทำให้โค้งโค้งงอไปด้วยมวลของวัตถุได้เช่นกัน

## ๗.๒ พระพุทธศาสนากับทฤษฎีสัมพัทธภาพ

### ๗.๒.๑ สัมพัทธภาพกับหลักปฏิจจนสมุปบาท

หลักปฏิจจนสมุปบาทในพระพุทธศาสนากับทฤษฎีสัมพัทธภาพนั้นมีความสอดคล้องกัน (วัชรระงามจิตจรเจริญ ๒๕๕๒: ๓๗๐-๓๗๑) โดยเฉพาะในประเด็นที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ระหว่างกันและกันของสรรพสิ่ง กล่าวคือ ทั้งหลักพระพุทธศาสนาและทฤษฎีสัมพัทธภาพต่างเชื่อว่า สิ่งต่างๆ ล้วนเกิดมาจากสิ่งอื่นๆ เป็นเหตุปัจจัยและอาศัยกันและกันเกิดขึ้น ทั้งยังมีความเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพราะไม่มีตัวตนที่เที่ยงแท้ถาวร โดยที่ทฤษฎีสัมพัทธภาพถือว่า สรรพสิ่งทั้งหลายล้วนมีความสัมพันธ์กัน เช่น ในขณะที่เราหยุดยืนอยู่กับที่ ไม่ได้เดินหรือเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดๆ เราจะรู้สึกที่เราไม่ได้เคลื่อนที่ แต่ในความเป็นจริงแล้ว เรากำลังเคลื่อนที่ไปพร้อมๆ กับโลก เพราะเราอยู่บนโลกที่เคลื่อนที่หมุนรอบแกนตัวเอง และหมุนไปรอบๆ ดวงอาทิตย์ ขณะที่ดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลางของระบบสุริยะที่เราอาจเข้าใจว่าหยุดนิ่ง ดวงอาทิตย์เองก็อยู่ใน กาแลกซีทางช้างเผือกที่หมุนรอบตัวเอง และเคลื่อนที่ไปในเอกภพสัมพันธ์กับกาแลกซีอื่นๆ นั่นคือ ถึงแม้เรารู้สึกว่าเราหยุดนิ่งไม่ได้เคลื่อนที่ใดๆ แต่ความเป็นจริงแล้วเรากลับเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ด้วยความเร็วสูง

สำหรับพระพุทธศาสนาได้แสดงถึงธรรมชาติของสิ่งต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์ต่อกันและกันด้วยกฎแห่งธรรมชาติ ๒ ประการ คือ กฎไตรลักษณ์หรือสามัญลักษณ์ และกฎปฏิจจนสมุปบาท ซึ่งความจริงแล้ว กฎธรรมชาติทั้ง ๒ ची้นี้เป็นกฎเดียวกัน แต่แสดงในคนละแง่คนละแนว เพื่อให้มองเห็นความจริงของชีวิตอย่างเดียวกัน คือ สิ่งต่างๆ ไม่มีความเป็นตัวตนแท้จริงที่ยั่งยืน ทุกสิ่งล้วนเกิดจากเหตุปัจจัย

ทั้งสิ้น โดยความหมาย ปฏิจจนุปบาท (ปฏิจ -อาศัย, ส -ร่วม, อุปบาท -เกิดขึ้น) หมายถึง การเกิดขึ้นร่วมกันโดยอาศัยกัน หรือ อาศัยเนื่องกันเกิดขึ้น แสดงถึงสิ่งทั้งหลายเกิดขึ้นโดยการอิงอาศัยกัน หรือ ธรรมที่อาศัยกันเกิดขึ้นพร้อมกัน<sup>๑๒</sup> โดยไตรลักษณ์มุ่งแสดงลักษณะของสิ่งทั้งหลาย ซึ่งปรากฏให้เห็นว่าเป็นอย่างนั้น ในเมื่อสิ่งเหล่านั้นเป็นไปโดยอาการที่สัมพันธ์เนื่องอาศัยเป็นเหตุปัจจัยสืบต่อกันตามหลักปฏิจจนุปบาท ส่วนหลัก ปฏิจจนุปบาท ก็มุ่งแสดงถึงอาการที่สิ่งทั้งหลายมีความสัมพันธ์เนื่องอาศัยเป็นเหตุปัจจัยสืบต่อแก่กันเป็นกระแส จนมองเห็นลักษณะได้ว่าเป็นไตรลักษณ์<sup>๑๓</sup> ซึ่งคำว่า “ไตรลักษณ์” หรือ “สามัญลักษณะ” เกิดขึ้นในยุคอรรถกถา<sup>๑๔</sup> ส่วนในพระไตรปิฎกเรียกลักษณะอย่างนี้ว่า “ธรรมจิติ” คือ ชาติคือความตั้งอยู่ตามธรรมดา สภาวะที่ดำรงอยู่เอง เป็นอยู่เองตามธรรมดา หรือ “ธรรมนิยาม” คือ ชาติคือความเป็นไปตามธรรมดาที่คงตั้งอยู่อย่างนั้น กฎที่แน่นอนแห่งสภาวะอันมีอยู่จริงแท้ และแน่นอน หลบเลี่ยงไม่ได้ ต้องเป็นไปตามที่มันเป็น หรืออาจเรียกว่า กฎธรรมชาติ<sup>๑๕</sup> แสดงว่า สรรพสิ่งล้วนเกิดจากเหตุปัจจัย มีลักษณะเกิดดับเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ไม่มีตัวตนที่ยั่งยืนถาวรแท้จริง จึงมีลักษณะสำคัญ ๓ ประการ คือ (๑) อนิจจตา ความเป็นของไม่เที่ยง (๒) ทุกขตา ความเป็นทุกข์ ทนได้ยาก บีบคั้น อันเนื่องมาจากการเกิดดับ และ (๓) อนัตตา ความไม่มีตัวตนที่แท้จริง (กฎไตรลักษณ์) แต่หากจะกล่าวว่า ชีวิตทั้งหลายมีอยู่ ก็ต้องมีอยู่ในรูปของกระแสที่ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ อันสัมพันธ์เนื่องอาศัยกันเกิดดับสืบต่อกันไปอยู่ตลอดเวลาไม่ขาดสาย จึงเป็นภาวะที่ไม่เที่ยง เมื่อต้องเกิดดับไม่คงที่ และเป็นไปตามเหตุปัจจัยที่อาศัย ก็ย่อมมีความบีบคั้นกดดัน ชัดแย้ง และแสดงถึงความบกพร่องไม่สมบูรณ์อยู่ในตัวและเมื่อทุกส่วนของสรรพสิ่งเป็นไปในรูปกระแสที่เกิดดับอยู่ตลอดเวลาขึ้นต่อเหตุปัจจัยเช่นนี้ ก็ย่อมไม่เป็นตัวของตัว มีตัวตนแท้จริงไม่ได้ (กฎปฏิจจนุปบาท)<sup>๑๖</sup>

### ๗.๒.๒ สัมพัทธภาพแห่งจตุธาตุ

ธรรมชาติทั้งหลาย จักรวาลและโลก (โอกาสโลก) ตลอดรวมถึงสัตว์มีชีวิต (โลกคือหมู่มสัตว์) และสิ่งที่เกิดจากเหตุปัจจัยทั้งหลาย (สังขารโลก) โลกต่างๆ เหล่านี้มีอยู่และดำรงอยู่ได้เพราะเกิดจากการรวมตัวของเหตุปัจจัยที่พระพุทธศาสนาเรียกว่า “ธาตุ ๔” ได้แก่ ธาตุดิน ธาตุน้ำ ธาตุไฟ และธาตุลม แม้กระทั่งธาตุหนึ่งๆ เหล่านี้ก็ยังมีเหตุปัจจัยของตนเองอีก คือ ประกอบด้วยธาตุอื่นๆ อยู่ในเนื้อธาตุของตน ดังในคัมภีร์วิสุทธิมรรคได้อธิบายถึงเนื้อธาตุต่างๆ ว่า

<sup>๑๒</sup> พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตฺโต), หน้า ๒๕๒.

<sup>๑๓</sup> พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต), หน้า ๖๗

<sup>๑๔</sup> พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตฺโต), หน้า ๘๘

<sup>๑๕</sup> อัง.ติก. (ไทย) ๒๐/๑๓๗/๓๘๕, และ ที.สี.อ. (บาลี) ๔๒๑/๓๑๓

<sup>๑๖</sup> พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตฺโต), หน้า ๖๘

ปฐวีธาตุ (ธาตุดิน) นั้นอันฮาโปธาตุ (ธาตุน้ำ) ประมาณเท่ากึ่งแต่ทะนายนั้นยึดไว้แล้ว อันเตโชธาตุ (ธาตุไฟ) นี้เลี้ยงรักษาแล้ว อันวาโยธาตุ (ธาตุลม) พัดให้หวั่นไหวแล้ว จึงไม่เรียราย ไม่กระจัดกระจาย...

ฝ่ายฮาโปธาตุ (ธาตุน้ำ) ในร่างกายนี้ ถึงความเป็นน้ำหยัน (ของเหลว) มีอาการซึมซาบตั้ง อยู่ในดิน อันไฟตามรักษา อันลมพัดให้เคลื่อนไหว จึงไม่เรียราย กระจัดกระจาย...

ส่วนเตโชธาตุ (ธาตุไฟ) ในร่างกายนี้ มีอาการร้อนอ้าว มีลักษณะร้อนอ้าว สำหรับย่อยสิ่งที่รับประทานและสิ่งที่ดื่ม เป็นต้น ตั้งอยู่ในดิน อันน้ำยึดไว้ อันลมพัดให้เคลื่อนไหว...

ก๊วโยธาตุ (ธาตุลม) ในสรีระนี้ ซ่านไปตามอวัยวะใหญ่ มีลักษณะแบ่งชั้นและให้ไหวได้ ตั้งอยู่ในดิน อันน้ำยึดไว้ อันไฟตามรักษา ย่อมยังภยันนี้ให้เคลื่อนไหวได้<sup>๑๗</sup>

แสดงให้เห็นว่า ในส่วนของธาตุดินประกอบด้วยธาตุน้ำ ธาตุไฟและธาตุลม ธาตุน้ำประกอบด้วยธาตุไฟและธาตุลมส่วนธาตุไฟยังประกอบด้วยธาตุดินและธาตุลมและธาตุลมก็ประกอบด้วยธาตุดินและธาตุไฟ นอกจากนี้ธาตุที่เป็นส่วนประกอบเหล่านี้ก็ยังมีธาตุย่อยที่เป็นเหตุปัจจัยให้เกิดอีกเป็นปัจจัยของกันและกันอย่างนี้เรื่อยไป สรรพสิ่งจึงไม่ได้ดำรงอยู่อย่างเป็นอิสระ โดยไม่ขึ้นตรงต่อกันหรือดำรงอยู่แบบแยกขาดจากกัน หากแต่ทุกอย่างดำรงอยู่ในลักษณะของการอาศัยและพึ่งพากันเป็นปัจจัยเกื้อหนุนกันและกัน เพราะสิ่งทั้งหลายเกิดขึ้นจากส่วนประกอบอื่นมาประชุมกันเกิดมีขึ้นอย่างนี้ จึงมีธรรมชาติที่ต้องเปลี่ยนแปลงไปอยู่เสมอ เมื่อสิ่งตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไป สิ่งที่เกิดมีขึ้นด้วยการประชุมกันนั้นย่อมแปรเปลี่ยนไปด้วยเช่นกัน อันเป็นไปตามหลักอิทัปปัจจัยตา<sup>๑๘</sup> คือมีความสัมพันธ์ต่อกันและกันซึ่งตามหลักวิทยาศาสตร์เรียกว่า “สัมพัทธ์” เมื่อเป็นเช่นนี้ทุกสิ่งทุกอย่างจึงไม่มีตัวตนที่แท้จริง แม้ตามหลักวิทยาศาสตร์ก็ถือว่าสรรพสิ่งรวมทั้งมนุษย์ล้วนประกอบขึ้นด้วยธาตุต่างๆมากมายหลายชนิดเช่นเดียวกัน แม้ธาตุเหล่านี้ก็มีอยู่ เกิดขึ้น และเปลี่ยนแปลงตามเหตุปัจจัย ลองพิจารณาดูตัวอย่างต่อไปนี้ ถ้า N=ไนโตรเจน, O=ออกซิเจน, C=คาร์บอนไดออกไซด์, และ H=ไฮโดรเจน ถ้าพิจารณาแบบเหตุปัจจัยจะเห็นว่า ทั้ง N กิติ O กิติ C กิติ และ H กิติ ล้วนไม่ใช่ตัวของมันโดดๆ เพียงลำพัง (ไม่ใช่ตัวตนของมัน) หากแต่มีสารอื่นประกอบ ทำนองเดียวกันนี้ หากเรานำสารเหล่านี้ไปประกอบในส่วนประกอบที่แตกต่างกัน มันก็พร้อมที่จะเป็นอย่างอื่นได้ทันทีตาม “เหตุปัจจัย” เช่น H<sub>2</sub>O=น้ำ, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=คาร์บอนไดออกไซด์, N<sub>2</sub>O=ไนโตรเจนโมน็อกไซด์, H<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=ไนโตรเจนเพนท็อกไซด์, CH<sub>4</sub>=มีเทน, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>=อีเทน, C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>=อีซาดีน, C<sub>2</sub>H<sub>60</sub>=เอทานอล, C<sub>2</sub>H<sub>120</sub>=เอทินแอลกอฮอล์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่า น้ำคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนโมน็อกไซด์ เป็นต้น ล้วนเป็นสารประกอบ ไม่มีอะไรมีอยู่ “เป็นตัว เป็นตน” ของมันโดดๆ เพียงลำพัง หากมีอยู่ตามเหตุปัจจัยปรุงแต่ง เช่น ถ้าจะบอกว่าน้ำ ตัวน้ำจริงๆ ก็ไม่มี

<sup>๑๗</sup> วิสุทธิ. (ไทย) ๓๔๗/๖๓๖ -๖๓๗.

<sup>๑๘</sup> ส.น. (ไทย) ๑๖/๔๑/๘๖.

ตัวตนที่แท้จริงของมัน หากเป็นเพียงสารประกอบที่เกิดขึ้นระหว่างการผสมของเหตุปัจจัย คือ ไฮโดรเจน ๒ อะตอม กับ ออกซิเจน ๑ อะตอม และตัวไฮโดรเจนและออกซิเจนเอง เมื่อพิจารณาโดย ลึกซึ้งแล้ว ก็ไม่ใช่ตัวตนของมันเพียงลำพัง หากแต่มีเหตุปัจจัยมาจากสิ่งอื่นอีก<sup>๑๙</sup> เมื่อพิจารณาสืบสาว หาเหตุปัจจัยให้ละเอียดยิ่งขึ้นต่อไปอีกจะพบว่า ธาตุต่างๆ เหล่านี้ ต่างก็ประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุด ที่เรียกว่า “อะตอม” และอะตอมนี้ก็ยังมีส่วนประกอบ หรืออนุภาคที่เล็กที่สุดอีก ๓ ชนิด ที่มีประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกัน กล่าวคือ (๑) โปรตอน เป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก (๒) นิวตรอน เป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุไฟฟ้า คือ เป็นกลาง และ (๓) อิเล็กตรอน เป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ดังนั้นไอน์สไตน์ จึงบอกว่า มวลสาร (Mass) ทั้งหมดนั้นก็คือพลังงาน  $E = MC^2$  นั่นคือ พลังงาน (Energy) หมายถึง มวลสาร ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วกว่าแสง ในที่สุดก็กลายเป็นพลังงานทั้งหมด เมื่อธาตุเป็นพลังงาน แล้ว มันจะมีตัวตน หรืออดตาได้อย่างไร ดังนั้น สรรพสิ่งจึงเป็นเหมือนสนามพลังที่แผ่กระจายไปทั่วจักรวาล ในสนามพลังนี้ไม่มีแก่นแท้ที่ถาวรเลยตรงตามทรรศนะทางพระพุทธศาสนาที่ว่าสรรพสิ่งเป็น อนัตตา (สพฺเพ ธมฺมา อนตฺตา)<sup>๒๐</sup>

### ๗.๒.๓ สัมพัทธภาพกับมนุษย์ในฐานะผู้รับรู้โลก

ประเด็นต่อมา คือ พระพุทธศาสนาและทฤษฎีสัมพัทธภาพล้วนแต่ให้ความสำคัญกับมนุษย์ ในฐานะเป็นผู้สังเกต โดยที่ทฤษฎีสัมพัทธภาพถือว่าผู้สังเกตเป็นผู้ที่จะกำหนดความจริงพื้นฐาน เช่น กำหนดว่าสิ่งใดเคลื่อนที่โดยอ้างอิงกับสิ่งใด พระพุทธศาสนากล่าวถึงมนุษย์ในฐานะผู้รับรู้โลกในความ เป็นอัตวิสัย (subjective world) คือ โลกในลักษณะที่สัมพันธ์กับตัวผู้รู้ การมีอยู่ของโลกในเชิงอัตวิสัย ขึ้นอยู่กับการมีอยู่ของตัวผู้รู้ คือ ถ้าไม่มีตัวผู้รู้ซึ่งมีหน้าที่รับรู้โลก โลกชนิดนี้ก็ไม่มีอยู่ และการรับรู้การมีอยู่ของโลกก็โดยอาศัยการรับรู้ทาง ตา หู จมูก ลิ้น กาย ใจ ที่พุทธปรัชญากล่าวว่าเป็นอายตนะภายใน ซึ่งในปรัชญาพุทธศาสนามีการกล่าวถึงโลกในเชิงอัตวิสัยว่า คือโลกภายในตัว การกล่าวถึงโลกในลักษณะนี้ เพื่อสอนการปฏิบัติธรรม โดยให้มองเข้ามาในตนเองมากกว่าการมองออกไปนอกตัว ซึ่งไม่สามารถแก้ปัญหาชีวิตได้ เช่น ในกรณีโรคหัดสสเทพบุตรที่ได้ทูลถามพระพุทธองค์ถึงที่สุดแห่งโลก (โอกาสโลก) ซึ่งพระพุทธองค์ได้ทรงแสดงที่สุดแห่งโลกไว้แก่เทพบุตรองค์นั้นว่า

เทพบุตร เราไม่กล่าวที่สุดแห่งโลกที่สัตว์ไม่เกิด ไม่แก่ ไม่ตาย ไม่จุติ ไม่อุบัติว่า ‘พึงรู้ พึงเห็น พึงถึงได้’ ด้วยการไป เราไม่กล่าวว่าการที่บุคคลยังไม่ถึงที่สุดแห่งโลกจะทำที่สุดแห่งทุกขได้ อนึ่ง เรา

<sup>๑๙</sup> พระครูศรีปัญญาวิกรม, หน้า ๓๒๕-๓๒๖.

<sup>๒๐</sup> พระเทพโสภณ (ประยูร ธมฺมจิตฺโต) และคณะ, หน้า ๕๔ - ๕๖.

บัญญัติโลก (ทุกขสัง) ความเกิดแห่งโลก (สมุทัยสัง) ความดับแห่งโลก (นิโรธสัง) และข้อปฏิบัติให้ถึงความดับแห่งโลก (มัคคสัง) ในร่างกายที่มีประมาณวาหนึ่ง มีสัญญา มีใจนี้เอง<sup>๒๑</sup>

### ๗.๓ พระพุทธศาสนากับทฤษฎีควอนตัมฟิสิกส์

#### ๗.๓.๑ หลักความไม่แน่นอนของสหรับคำสอนเรื่องอนิจจัง

กลศาสตร์ควอนตัม ได้นำเสนอถึงความจริงซึ่งมีความแปลกประหลาดไปจากสามัญสำนึกปกติ คือ หลักความไม่แน่นอน (Uncertainty Principle) ของไฮเซนเบิร์ก (Heisenberg, ค.ศ. 1901-1976) ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น และคลื่นของความน่าจะเป็นของบอร์น<sup>๒๒</sup> ซึ่งเป็นการย้าให้เห็นอย่างเด่นชัด ถึงการที่ไม่สามารถกำหนดปรากฏการณ์ของอาณาจักรที่เล็กกว่าอะตอมได้ ในลักษณะที่แน่นอนตายตัว เหตุการณ์ในปริมาตรที่เล็กกว่าอะตอมจะเป็นไปตามกฎทางสถิติ (Statistical law) หรือเป็นเพียงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ เกิดที่ชนะต่อหลักเหตุผลในลักษณะใหม่ว่า เหตุภาพเป็นเพียงหลักความน่าจะเป็นทางสถิติเท่านั้น ไม่ได้มีลักษณะที่แน่นอนตายตัว ตามหลักนียตินิยม (Determinism) เช่นที่บอร์น กล่าวว่า “ในฟิสิกส์แผนเดิม หลักเหตุผลถูกต้องในความในลักษณะของนียติ (คานต์เองก็ตีความเช่นนี้) แต่สำหรับกลศาสตร์ควอนตัมแล้วหลักเหตุผลไม่ได้เป็นนียติ (Deterministic) แต่เป็นสถิติ”<sup>๒๓</sup> นั่นคือ ฟิสิกส์สมัยใหม่ไม่ได้ปฏิเสธหลักเหตุผล แต่แสดงให้เห็นถึงลักษณะของหลักเหตุผลในทัศนะใหม่ คือในลักษณะของความน่าจะเป็น

กลศาสตร์ควอนตัม จึงแสดงให้เห็นถึงธรรมชาติที่มีลักษณะแห่งความไม่แน่นอนตายตัว ทุกสิ่งทุกอย่างสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในกรอบแห่งความน่าจะเป็น เราไม่สามารถพยากรณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างแน่นอนแม่นยำ ถึงแม้ว่าเราจะทราบเหตุทั้งหมดจนสิ้นแล้ว เราก็กทำได้เพียงทราบถึงความน่าจะเป็นแห่งผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นเท่านั้น เช่นเดียวกับพระพุทธศาสนา ชีวิตจึงไม่ได้ถูกกำหนดไว้ด้วยสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ชีวิตจึงเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาให้ดีขึ้นได้ ทั้งชีวิตยังเกิดจากเหตุปัจจัยต่างๆ มากมายเป็นอเนกอนันต์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งย่อมเป็นสิ่งที่ยากอยู่เองที่จะกำหนดคาดการณ์เอาไว้ว่าทำอย่างนั้นอย่างนี้ ย่อมส่งผลเช่นนั้นเช่นนั้น ในวันเวลานั้นเวลานี้ ดังเช่นที่พระพุทธเจ้าทรงแสดงถึงกรรมว่าเป็นอนิจนัตย คือ เป็นสิ่งที่ไม่ควรนำมาครุ่นคิดคำนวณถึง ซึ่งย่อมยังแต่ความสับสน

<sup>๒๑</sup> อัง.จตุกก. (ไทย) ๒๑/๔๕/๗๔

<sup>๒๒</sup> บอร์น ได้ตีความสมการคลื่นของชเรอดิงเจอร์ อันนำไปสู่การมองปัญหาเกี่ยวกับทวีภาพของคลื่นและอนุภาคในลักษณะใหม่ จากลักษณะคลื่นกล มาเป็นคลื่นความน่าจะเป็น คือ ตีความเรื่องคลื่นในแง่ของความน่าจะเป็นในทางสถิติ กล่าวคือ ความเข้มของคลื่น ณ จุดใดก็คือ ความมากหรือน้อยของอนุภาค ณ จุดนั้น

<sup>๒๓</sup> อังโน วีระ บุรณะบัญญัติ, “ความคิดทางปรัชญาในฟิสิกส์สมัยใหม่”, วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, (สาขาวิชาปรัชญา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ๒๕๔๔), หน้า ๕๐.

และไม่สามารถหาจุดยุติมาสู่ผู้คิดคำนวณได้ เช่นที่พระธรรมโกศาจารย์ได้กล่าวอธิบายไว้ว่า "อนิจจัง หรือความไม่เที่ยงนี้มีเหตุ ปัจจัย มีตัวแปรมากมายเกินกว่าที่จะมาคิดในเชิงนิยัตินิยมแบบนิวตัน ดังที่หลักกรรมในพระพุทธศาสนากำหนดว่า ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว"

เมื่อพูดถึงพระพุทธศาสนากับฟิสิกส์ควอนตัม คนมักสงสัยว่าความเชื่อของชาวพุทธในเรื่องกฎแห่งกรรมจะขัดกับหลักการของฟิสิกส์ควอนตัมหรือไม่ก่อนอื่น เราต้องเข้าใจกฎแห่งกรรมในมุมมองที่ว่าใครก็ตามที่เชื่อว่าปัจจุบันที่เราเป็นอยู่นี้เป็นผลมาจากกรรมในอดีต ความเชื่อนี้ถูกต้อง แต่ใครที่เชื่อว่ากรรมที่เราทำทุกอย่างในวันนี้เราจะต้องได้รับผลในอนาคตอย่างแน่นอน ความเชื่อนี้ผิดหลักพระพุทธศาสนา เพราะอะไร? เพราะถ้าคิดว่ากรรมที่เราทำทุกอย่างในวันนี้ เราจะต้องได้รับผลหรือวิบากตามในอนาคตทั้งหมด คนที่ทำบาปกรรมมากก็ไม่สามารถจะเป็นพระอริยะได้เพราะเขาต้องไปชดใช้กรรมไม่รู้จักจบสิ้น"<sup>๒๔</sup>

ทั้งนี้ ในทัศนคติแห่งความไม่สามารถคาดการณ์ใดๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำนั้น ต้องทำความเข้าใจไว้อย่างหนึ่งว่า เพราะความรู้ของปุถุชนทั่วไปนั้นมืออยู่อย่างจำกัด เช่น อนุภาคมีมีพฤติกรรมที่ดูเหมือนว่าไม่เป็นระเบียบ ไม่มีกฎเกณฑ์ของอนุภาคนั้น ก็เนื่องด้วยพฤติกรรมของอนุภาคนั้นมีความซับซ้อน ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายในปัจจุบันยังมีข้อจำกัด จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำนายพฤติกรรมต่างๆ ของอนุภาคได้อย่างถูกต้องแม่นยำนั่นเอง ถึงเมื่อวันใดวันหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจถึงเหตุทั้งหมดแล้ว ย่อมเป็นธรรมดาที่จะสามารถทำนายผลแห่งพฤติกรรมของอนุภาคได้อย่างแน่นอน

### ๗.๓.๒ โครงสร้างอะตอมสนับสนุนคำสอนเรื่องทุกข์

โครงสร้างอะตอมในปัจจุบัน มีลักษณะแห่งความเป็นพลวัตที่ไม่หยุดนิ่ง อนุภาคต่างๆ เช่น อิเล็กตรอนก็มีสภาพแห่งการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา คือ มีการดูดกลืนและปลดปล่อยพลังงาน มีการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานอยู่ตลอดเวลาอย่างไม่หยุดนิ่ง และมีปฏิสัมพันธ์กับอนุภาคอื่นๆ ภายในอะตอมเอง และกับสิ่งแวดล้อม เมื่ออนุภาคที่ประกอบขึ้นเป็นอะตอมไม่หยุดนิ่ง มีสภาพเปลี่ยนแปลงไปอยู่ตลอดเวลา อะตอมเองจึงไม่ได้มีลักษณะแห่งความหยุดนิ่งตายตัว และส่งผลทำให้โมเลกุลต่างๆ ซึ่งประกอบขึ้นด้วยอะตอมย่อยๆ ไม่มีความหยุดนิ่งตายตัวด้วยเช่นกัน ดังนั้น เมื่ออะตอมต่างๆ รวมตัวกันเป็นสิ่งที่ทั้งหลาย เช่น คน รถ บ้าน เป็นต้น ที่เมื่อมองด้วยสายตามนุษย์แล้วมีความคงตัว แต่แท้จริงแล้วภายในกลับมีลักษณะสับสนุนวุ่นวาย เคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงอยู่ในทุกเสี้ยวแห่งวินาที ไม่มีสภาพแห่งความหยุดนิ่ง คงตัวอยู่เลย

<sup>๒๔</sup> พระธรรมโกศาจารย์ (ประยูร ธมฺมจิตฺโต), หน้า ๑๖-๑๗.

คำสอนเรื่อง ทุกข์ ในที่นี้คือ ทุกข์ลักษณะ ซึ่งเป็นหนึ่งในกฎแห่งธรรมชาติ หรือไตรลักษณ์ ส่วน ทุกขตา คือ ความเป็นทุกข์ ภาวะที่ถูกบีบคั้นด้วยการเกิดขึ้นและสลายตัว ภาวะกดดัน ภาวะฝืน ภาวะที่ขัดแย้งภายใน ภาวะที่มีความบกพร่องภายใน ภาวะอันไม่สมบูรณ์ เพราะปัจจัยที่ปรุงแต่งให้มีสภาพเช่นนั้นเปลี่ยนแปลงไป ทำให้คงอยู่ในสภาวะนั้นๆ ไม่ได้ ในคัมภีร์ปฏิสัมภิทามรรค แสดงความหมายไว้ว่า "เป็นทุกข์เพราะเป็นภาวะมีภัยหรือน่ากลัว" (ภยภูเจฐน) <sup>๒๕</sup> ที่ว่า เป็นของน่ากลัว ด้วยเหตุผลว่า สังขารทั้งปวงเป็นสภาพที่ผุพังแตกสลายได้ จะต้องย่อยยับมลายสิ้น จึงไม่มีความปลอดภัย ไม่ให้ความปลอดภัยโปร่งโล่งใจ หรือความเบาใจอย่างเต็มที่แท้จริง หรือสภาวะที่เบียดเบียน เฉพาะหน้าเนื่องๆ <sup>๒๖</sup> มีความบีบคั้นอยู่ตลอดเวลาด้วยความเกิดขึ้นและความเสื่อมสลาย ทั้งบีบคั้นขัดแย้งต่อประดาสิ่งที่ประกอบอยู่กับมัน และทั้งมันเองก็ถูกสิ่งที่ประกอบอยู่ด้วยนั้นบีบคั้นขัดแย้ง <sup>๒๗</sup> ธรรมชาติหรือลักษณะของสรรพสิ่งที่ เป็นทุกข์หรือทุกขตานี้ สามารถประมวลลักษณะได้ ๖ ประการ คือ (๑) อภินุหสมปติปีพนโต คือ ชีวิตมีความบีบคั้นอยู่ตลอดเวลา คือ ถูกบีบคั้นอยู่ตลอดเวลา ด้วยความเกิดขึ้น ความเสื่อมโทรม และความแตกสลาย และบีบคั้นขัดแย้งอยู่ตลอดเวลา กับสิ่งที่ประกอบอยู่ด้วย หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องด้วยต่างก็เกิดขึ้นต่างก็โทรมไป ต่างก็แตกสลาย (๒) ทุกขมโต คือ ชีวิตเป็นสภาพที่ทนได้ยาก คือคงทนอยู่ไม่ไหว หมายความว่า คงอยู่ในสภาพเดิมไม่ได้ จะต้องเปลี่ยน จะต้องกลาย จะต้องหมดสภาพไป เพราะความเกิดขึ้นและความเสื่อมสลายนั้น (๓) ทุกขวตฺตฺโต คือ ชีวิตเป็นที่ตั้งแห่งทุกข์ คือเป็นที่รองรับของความทุกข์ หรือเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดทุกข์ หมายความว่า ทำให้เกิดความทุกข์ ต่างๆ เช่น ทุกขเวทนา คือความรู้สึกทุกข์ หรือความรู้สึกบีบคั้นเป็นต้น (อรรถกถาและฎีกา อธิบายว่า เป็นที่ตั้งแห่งทุกขตาทั้ง ๓ และแห่งสังสารทุกข์ (๔) สุขปฏิกฺเขปโต เพราะแย้งต่อความสุข คือ โดยสภาวะของชีวิตเอง ก็ปฏิเสธความสุขหรือกีดกันความสุขอยู่ในตัว (๕) สงฺขตฺตฺโต โดยความหมายว่าเป็นของปรุงแต่ง คือ ชีวิตถูกปัจจัยต่างๆ รุมกันหรือมาชุมนุมกันปรุงแต่งเอา มีสภาพที่ขึ้นต่อปัจจัย ไม่เป็นของคงตัว และ (๖) สฺนฺตฺตฺโต โดยความหมายว่าแผดเผา คือ ชีวิตในตัวของมันเองก็มีสภาพที่แผดเผาให้ร้อนโรยย่อยยับสลายไป และทั้งแผดเผาผู้มีกิเลสที่เข้าไปยึดติดถือมั่นมันให้เราร้อนกระวนกระวายไปด้วย <sup>๒๘</sup>

ทุกข์ลักษณะนี้เอง ได้แสดงถึงธรรมชาติของสรรพสิ่งที่หลายอย่างไม่มีข้อยกเว้นที่ว่า มีสภาพบีบคั้นให้ไม่สามารถคงทนอยู่ในสภาพเดิมๆ ได้ หรือ การคงอยู่ในสภาพเดิมๆ ได้ยาก ซึ่งสรรพสิ่งที่หลาย มีอะตอม เป็นต้น ย่อมมีสภาพที่ถูกเหตุปัจจัยอันหลากหลายสร้างสรรคปรุงแต่งขึ้น ทั้งมี

<sup>๒๕</sup> ขุ.ป.(ไทย) ๓๑/๓๑/๔๙.

<sup>๒๖</sup> วิสุทธิ.(ไทย) ๗๔๐/๑๐๔๒.

<sup>๒๗</sup> พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต), หน้า ๖๘.

<sup>๒๘</sup> เรื่องเตียวกัน, หน้า ๗๐/๑๐-๗๐/๑๑



ปฏิสัมพันธ์กับสรรพสิ่งอื่นๆ ที่แวดล้อมอยู่ ไม่สามารถดำรงอยู่อย่างเดี่ยว สิ่งเดี่ยวโดดๆ ได้ อะตอมเอง ก็ย่อมที่จะต้องมีการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนกับอะตอมอื่นๆ ข้างเคียงอยู่ตลอดเวลา ทั้งมีการดูดกลืน และปลดปล่อยพลังงานในรูปแบบต่างๆ และอิเล็กตรอนก็มีสภาพที่ต้องเปลี่ยนแปลงไม่หยุดนิ่งอยู่เสมอ และไม่สามารถหยุดนิ่งได้ อะตอมจึงมีธรรมชาติที่ต้องเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

### ๗.๓.๓ อนุภาคที่เล็กกว่าอะตอมสนับสนุนคำสอนเรื่องอนัตตา

แนวคิดเรื่องอะตอม (atoms) ได้รับการพัฒนาปรับปรุงมาโดยตลอดเวลาแห่งวิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งถึงปัจจุบัน ความคิดเรื่องอะตอมซึ่งเป็นธาตุพื้นฐานอันไม่สามารถแบ่งแยกได้นั้น ได้เปลี่ยนแปลงไปสู่อะตอมในความจริงที่ว่า อะตอมสามารถสลายตัวได้กลายเป็นธาตุที่มีคุณสมบัติแตกต่างไปจากเดิม หรือแม้กระทั่งสามารถรวมตัวกลายเป็นธาตุใหม่ที่มีคุณสมบัติแตกต่างไปจากเดิมได้เช่นกัน ตลอดรวมถึงอะตอมเองก็เกิดขึ้นจากอนุภาคที่เล็กกว่าเป็นปัจจัยให้เกิดมีขึ้น และอนุภาคที่เล็กกว่าเหล่านั้นมีอนุภาคที่เล็กกว่าเป็นปัจจัยให้เกิดมีขึ้นอีกทอดหนึ่ง ซึ่งเป็นอนุภาคที่เล็กกว่าอะตอมทั้งหลาย ดังนั้น อะตอมที่เดิมวิทยาศาสตร์อาจคิดว่าเป็นความจริงแท้ กลับมีสภาพเพียงธรรมชาติที่ไม่มีตัวตนที่แท้จริง แม้แต่อนุภาคที่เล็กกว่าอะตอมก็ตกอยู่ในข่ายเดียวกัน คือ ไม่สามารถแสดงถึงความมีตัวตนที่แท้จริง ทั้งหมดเป็นเพียงสภาพที่มีธรรมดาเกิดขึ้นได้ด้วยการมีปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ สนับสนุนคำจนอยู่ และเมื่อปัจจัยที่สนับสนุนความคงตัวอยู่นั้นเปลี่ยนแปลงไป อะตอมเองก็ไม่สามารถคงตัวอยู่ได้ ต้องเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน

สำหรับอนัตตาในพระพุทธศาสนานั้น ลักษณะโดยธรรมชาติอย่างหนึ่งของสรรพสิ่งทั้งหลายอย่างไม่มีข้อยกเว้น นั่นคือสิ่งทั้งหลายย่อมมีแต่เพียงความไม่ใช่ตัวตน ความไม่มีตัวตนที่แท้จริงของมันเอง เป็นภาวะไม่มีแก่นสาร ในคัมภีร์ปฏิสมภิทามรรคอธิบายไว้ว่า "อนัตตา โดยความหมายว่าไม่มีสาระ" (อสารกฏฐนา)<sup>๒๙</sup> คือไม่ใช่ตัวตน ความไม่มีตัวตน หรือไม่มีสิ่งซึ่งเป็นตัวแท้ที่ยืนยงคงตัวอยู่ตลอดไป นั่นคือ สิ่งทั้งปวงที่ปรากฏเป็นไปต่างๆ นั้น เมื่อสืบสาววิเคราะห์ตามภาวะให้ถึงที่สุดแล้ว ก็ไม่พบว่ามีตัวตนที่แท้จริงอยู่เลย เป็นเพียงกระบวนการแห่งสังขารธรรมทั้งสิ้น

ทฤษฎีอะตอมใหม่ในฟิสิกส์ควอนตัม จึงช่วยสนับสนุนความจริงเรื่องอนัตตาในพระพุทธศาสนาให้เห็นได้อย่างชัดเจนขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม นั่นคือ ทั้งพระพุทธศาสนาและทฤษฎีควอนตัมต่างยืนยันว่าไม่มีอะตอมหรืออัตตาที่แบ่งแยกไม่ได้ อะตอมหรืออัตตาเป็นสิ่งที่แบ่งแยกย่อยออกไปได้ ไม่มีอะไรเป็นแก่นสารตั้งอยู่ได้ตามลำพังตนเอง ทุกสิ่งทุกอย่างอาศัยกันเกิดขึ้นตามหลักปฏิจจสมุปบาทว่า "ธรรมดาสิ่งทั้งหลายจึงมีเพียงความไม่ใช่ตัวตน ความไม่มีตัวตนที่แท้จริงของมันเอง เป็นภาวะไม่มีแก่นสาร"<sup>๓๐</sup>

<sup>๒๙</sup> ขุ.ป.(ไทย) ๓๑/๓๑/๔๙

<sup>๓๐</sup> พระธรรมโกศาจารย์ (ประยูร ธมฺมจิตฺโต), หน้า ๑๖

นอกจากนี้ อนัตตา ยังหมายถึง สภาวะที่ไม่เป็นไปในอำนาจ หรือมีอาการที่ไม่เป็นไปในอำนาจ <sup>๓๑</sup> ดังที่ พระผู้มีพระภาคเจ้าได้ตรัสกับพระภิกษุปัญจวัคคีย์ว่า

ภิกษุทั้งหลาย รูป ..เวทนา..สัญญา..สังขาร..วิญญาณเป็นอนัตตา ถ้ารูปนี้..เวทนานี้..สัญญานี้..สังขารนี้..วิญญาณนี้จักเป็นอนัตตาแล้วไซ้ รูปนี้..เวทนานี้..สัญญานี้..สังขารนี้..วิญญาณนี้ไม่พึงเป็นไปเพื่ออาหาร และบุคคลพึงได้ในรูป..เวทนา..สัญญา..สังขาร..วิญญาณว่า ‘รูป..เวทนา..สัญญา..สังขาร..วิญญาณของเราจงเป็นอย่างนี้ รูป..เวทนา..สัญญา..สังขาร..วิญญาณของเราอย่าได้เป็นอย่างนั้น’ ก็เพราะรูป..เวทนา..สัญญา..สังขาร..วิญญาณเป็นอนัตตา

ฉะนั้น รูป..เวทนา..สัญญา..สังขาร..วิญญาณจึงเป็นไปเพื่ออาหาร และบุคคลย่อมไม่ได้ในรูป..เวทนา..สัญญา..สังขาร..วิญญาณว่า ‘รูป..เวทนา..สัญญา..สังขาร..วิญญาณของเราจงเป็นอย่างนี้ รูป..เวทนา..สัญญา..สังขาร..วิญญาณของเราอย่าได้เป็นอย่างนั้น’ <sup>๓๒</sup>

ธรรมชาติหรือลักษณะของชีวิตที่เป็นอนัตตาหรืออนัตตลักษณะนี้ สามารถประมวลได้ ๔ ประการ คือ (๑) สุ ☐ ◌ ☐ โตะ เพราะเป็นสภาพว่างเปล่าคือ ชีวิตปราศจากตัวตนที่เป็นแก่น (อตตสาระ= สาระ คือตัวตน) หรือว่างจากความเป็นสัตว์ บุคคล ตัวตน เรา เขาที่แท้จริง ไม่มีตัวผู้สั่งอยู่ครอง ไม่มีตัวผู้สร้างสรรค์บันดาล ไม่มีตัวเสวย นอกเหนือจากกระบวนการแห่งองค์ประกอบทั้งหลาย ที่เป็นไปตามเหตุปัจจัยและนอกจากโดยการสมมติ พูดงายๆ ว่า ว่างเปล่าจากความเป็นสัตว์ บุคคล ตัวตน เรา เขา จากความเป็นนั่นเป็นนี่ ที่กำหนดหมายกันขึ้น (๒) อสสามิกโต เพราะเป็นสภาพไร้เจ้าของ คือ ชีวิตไม่เป็นตัวตนของใครและไม่เป็นของของตัวตนใดๆ ไม่มีตัวตนอยู่ต่างหากที่จะเป็นเจ้าของครอบครอง สังขารธรรมทั้งหลาย มันเป็นแต่เพียงกระบวนการเองล้วนๆ เป็นไปโดยลำพังตามเหตุปัจจัย (ชีวิตไม่มีใครเป็นเจ้าของ ไม่เป็นของใครจริง ไม่เป็นตัวตนของใคร) (๓) อวสตุตตนโต เพราะไม่เป็นไปในอำนาจ คือ ชีวิตไม่อยู่ในอำนาจของใคร ไม่มีขึ้นต่อผู้ใด ไม่มีใครมีอำนาจบังคับมัน จะเรียกร้องหรือปรารถนาให้มันเป็นอย่างไรๆ ไม่ได้ นอกจากทำการตามเหตุปัจจัย ใช้ศัพท์อีกอย่างหนึ่งว่า “อนิสสรโต” แปลว่า เพราะไม่เป็นเจ้าใหญ่ หรือไม่เป็นใหญ่ในตัว คือจะบงการหรือใช้อำนาจบังคับเอาไม่ได้ มีแต่จะต้องให้ เป็นไปตามเหตุปัจจัย บางแห่งใช้อีกคำหนึ่งว่า “อกามการียโต” แปลว่า เพราะเป็นสภาพที่ไม่อาจทำได้ ตามความอยาก คือ จะให้เป็นไปตามความอยากความปรารถนามิได้ หรือ จะเอาใจอยากเข้าใจว่าไม่ได้ แต่เป็นเรื่องของความเป็นไปตามเหตุปัจจัย จะให้เป็นอย่างไร ก็ต้องทำเอาตามเหตุปัจจัย หรือต้องทำ เหตุทำปัจจัยเอา หรือต้องทำให้เป็นเหตุเป็นปัจจัยขึ้นมา รวมความว่า ไม่อยู่ในอำนาจ หรือไม่มีใครเป็นใหญ่ คือใครจะสั่งบังคับให้เป็นไปตามปรารถนาไม่ได้ มันขึ้นต่ออำนาจหรือความปรารถนาของใคร เช่น มันเกิดขึ้นแล้วจะสั่งว่าอย่าตั้งอยู่มันตั้งอยู่แล้วจะสั่งว่าอย่าโถม มันโถมแล้วจะสั่งว่าอย่าสลาย ไม่ได้

<sup>๓๑</sup> วิสุทธิ. (ไทย) ๗๔๐/๑๐๔๒

<sup>๓๒</sup> ส.ข. (ไทย) ๑๗/๕๙/๕๔-๙๖

ทั้งนั้น และ (๔) อุตตปฏิกุเขปโต เพราะแย้งต่ออัตตา คือ โดยสภาวะของมันเองก็จะปฏิเสธอัตตาอยู่ในตัว หมายความว่า ความเป็นกระบวนธรรม คือ การที่องค์ประกอบทั้งหลายสัมพันธ์กันดำเนินไปโดยความเป็นไปตามเหตุปัจจัยนั่นเอง เป็นการปฏิเสธอยู่ในตัวว่าไม่มีตัวตนต่างหากซ่อนอยู่ที่จะมาแทรกแซงบงการหรือแม้แต่ขวางขึ้นความเป็นไปตามเหตุปัจจัยและตัวตนต่างหากเช่นนั้นไม่ได้ เพราะถ้ามี ก็ไม่อาจมีความเป็นไปตามเหตุปัจจัย แต่จะกลับกลายเป็นว่าต้องเป็นไปตามความบังคับบงการของตัวตนนั้น อีกอย่างหนึ่งกระบวนธรรมที่เป็นไปตามเหตุปัจจัยนั้น มีความสำเร็จเสร็จสิ้นสมบูรณ์พร้อมในตัวอยู่แล้ว ไม่จำเป็นและไม่อาจจะมีตัวการอย่างอื่น ที่จะเข้ามาแทรกแซงสั่งการได้อีก <sup>๓๓</sup> นั้น สิ่งทั้งปวงที่ปรากฏเป็นไปต่างๆ นั้น เมื่อสืบสาววิเคราะห์ตามภาวะให้ถึงที่สุดแล้ว ก็ไม่พบว่ามีตัวตนที่แท้จริงอยู่เลย เป็นเพียงกระบวนการแห่งสังขารธรรมทั้งสิ้น

## สรุปท้ายบท

"พระพุทธศาสนาไม่มีปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพราะว่าต่างฝ่ายต่างมุ่งแสวงหาความจริงเกี่ยวกับธรรมนิยาม หรือกฎธรรมชาติด้วยกัน ข้อสำคัญอยู่ที่การตระหนักรู้ว่าวิทยาศาสตร์มีข้อจำกัดดินแดนแห่งความจริง ที่วิทยาศาสตร์แสวงหาอาจไม่ตรงกับดินแดนแห่งความจริงในพระพุทธศาสนา เมื่อนำความจริงที่แต่ละฝ่ายค้นพบมาปะติดปะต่อกัน เราก็จะได้ภาพแห่งธรรมนิยามเป็นความจริงที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น" <sup>๓๔</sup>

ประวัติและพัฒนาการของทฤษฎีอะตอม ดังกล่าวมานี้ พอจะชี้ให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของทฤษฎีวิทยาศาสตร์ เมื่อเห็นอนิจจังเช่นนี้แล้ว ชาวพุทธไม่ควรหลงเชื่อมั่นวิทยาศาสตร์มากเกินไปจนกลายเป็นวิทยาศาสตร์นิยม ทั้งไม่ควรที่จะพยายามแปรสภาพพระ พุทธศาสนาให้เป็นวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะพระพุทธศาสนามีระบบคำสอนที่เป็นนามธรรม เช่น กรรม การเวียนว่ายตายเกิด นิพพาน อันเป็นเรื่องที่อยู่นอกขอบเขตวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาแล้ว <sup>๓๕</sup>

ท่าทีที่ชาวพุทธควรปฏิบัติต่อวิทยาศาสตร์ ก็คือเรียนรู้และใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์อย่างรู้เท่าทันข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกัน ก็ประยุกต์ใช้ภาษาและทฤษฎีวิทยาศาสตร์มาประกอบการอธิบายธรรม ตัวอย่างเช่นใช้ทฤษฎีอะตอมประกอบการอธิบายคำสอนเรื่องอนัตตาในพระพุทธศาสนา <sup>๓๖</sup>

<sup>๓๓</sup> พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต), หน้า ๗๐/๒๑-๗๐/๒๒

<sup>๓๔</sup> พระราชวรมุนี (ประยูร ฐมฺมจิตฺโต), หน้า ๕๗.

<sup>๓๕</sup> เรื่องเดียวกัน, หน้า ๕๔

<sup>๓๖</sup> เรื่องเดียวกัน, หน้า ๕๔-๕๕

## คำถามท้ายบท

๑. ฟิสิกส์ (physics) เป็นวิชาว่าด้วยเรื่องอะไร ระหว่างฟิสิกส์เก่ากับฟิสิกส์ใหม่ มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร
๒. ควอนตัมคืออะไร ทฤษฎีควอนตัมมีหลักการสำคัญอย่างไรบ้าง
๓. ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ และทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป มีหลักการอย่างไร และมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไรบ้าง
๔. หลักปฏิจสมุขปาทและหลักไตรลักษณ์ในทางพระพุทธศาสนา มีหลักการอย่างไร มีลักษณะสอดคล้องกับทฤษฎีสัมพัทธภาพอย่างไรบ้าง
๕. จงวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างหลักไตรลักษณ์กับทฤษฎีควอนตัมฟิสิกส์ในประเด็นต่อไปนี้
  - ๕.๑ อนิจจตา กับควอนตัมฟิสิกส์
  - ๕.๒ ทุกขตา กับควอนตัมฟิสิกส์
  - ๕.๓ อนัตตา กับควอนตัมฟิสิกส์



## เอกสารอ้างอิงประจำบท

เกรก, เจมส์. แปลโดย ปิยบุตร บุรีคำ. ไอแซค นิวตัน มหาบุรุษโลกวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มติชน, ๒๕๕๔.

ประเวศ วะสี. ธรรมชาติของสรรพสิ่ง : การเข้าถึงความจริงทั้งหมด. นนทบุรี : สำนักพิมพ์กรีน-ปัญญาญาณ, ๒๕๕๓.

พระครูศรีปัญญาวิกรม. ปรัชญาแห่งธรรม. คำนิยมโดย ศ.พิเศษ จำนงค์ ทองประเสริฐ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ บริษัทสหธรรมิก จำกัด, ๒๕๕๔.

พระเทพโสภณ (ประยูร ธมฺมจิตฺโต) และคณะ. พระพุทธศาสนากับวิทยาการโลกยุคใหม่. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, ๒๕๔๕.

พระธรรมโกศาจารย์ (ประยูร ธมฺมจิตฺโต). พระพุทธศาสนากับฟิสิกส์ควอนตัม ความเหมือนที่แตกต่าง. กรุงเทพฯ : หจก. เซน ปรี้นติ้ง, ๒๕๕๒.

พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ.ปยุตฺโต). พจนานุกรมพุทธศาสตร์ ฉบับประมวลธรรม. พิมพ์ครั้งที่ ๑๒. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, ๒๕๔๖.

\_\_\_\_\_ . พุทธธรรม ฉบับปรับปรุงและขยายความ. พิมพ์ครั้งที่ ๑๑. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, ๒๕๔๖.

พระพุทธโฆสเถระ. คัมภีร์วิสุทธิมรรค. สมเด็จพระพุฒาจารย์และคณะ (ผู้แปลและเรียบเรียง). พิมพ์ครั้งที่ ๖. กรุงเทพฯ : บริษัท ธนาเพรส จำกัด, ๒๕๔๘.

พระราชวรมุนี (ประยูร ธมฺมจิตฺโต). วิทยาศาสตร์ในทรรศนะของพระพุทธศาสนา. พิมพ์ครั้งที่ ๒. กรุงเทพฯ : มุลินธิพุทธธรรม, ๒๕๔๐.

พิพัฒน์ พสุธารชาติ. องค์กรรวม : บทวิพากษ์ว่าด้วย วิทยาศาสตร์ และศาสนาในสังคมไทย. กรุงเทพฯ : ศยาม, ๒๕๔๗.

มิชิโอะ คาคุ. แปลโดย สว่าง พงศ์ศิริวัฒน์. จักรวาลของไอน์สไตน์ : วิสัยทัศน์ของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์เปลี่ยนแปลงความเข้าใจเรื่องสเปซและเวลาอย่างไร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์คปไฟ, ๒๕๕๐.

วัชระ งามจิตฺตเจริญ. พุทธศาสนาเถรวาท. พิมพ์ครั้งที่ ๒. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ๒๕๕๒.

ฮอว์กิง, สตีเฟน. แปลโดย รอฮีม ปรามาท. ประวัติย่อของ “กาลเวลา”: A Brief History of Time. พิมพ์ครั้งที่ ๘. กรุงเทพฯ : มติชน, ๒๕๔๖.

\_\_\_\_\_. แปลโดย ภาณุ ด่านวานิชกุล. **ประวัติย่อของเอกภพ : The Grand Design.** กรุงเทพฯ : มติชน, ๒๕๕๔.

\_\_\_\_\_. แปลโดย ชัยวัฒน์ คุประตกุล. **จักรวาลใหม่เปลือกนัท.** กรุงเทพฯ : Bear Publishing, ๒๕๔๖.

เฮย์, โทนี. แปลโดย พิเชษฐ กิจธารา. **ควอนตัมจักรวาลใหม่ : The New Quantum Universe.** กรุงเทพฯ : มติชน, ๒๕๕๑.

**Encyclopaedia Britannica. Ultimate Reference Suite.** Chicago: Encyclopaedia Britannica, 2008.

Newton, Isaac. Translated into English by Andrew Motte. **Newton's Principia, The Mathematical Principles of Natural Philosophy.** New York : DANIEL ADEE, 45 LIBERTY STREET, 1845.