

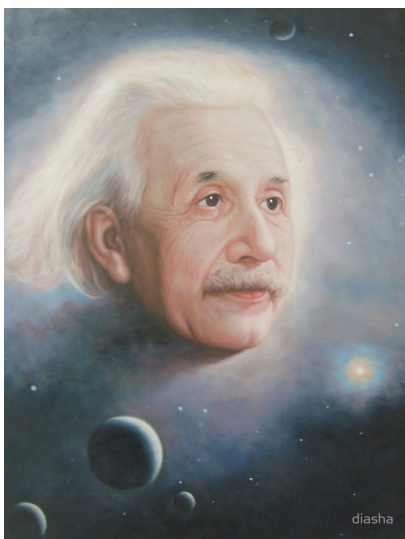


# 1 : ภาพรวม ทฤษฎี สัมพัทธภาพพิเศษ



## 1.1 เกริ่นนำ

ผมเป็นวิศวกรไฟฟ้าและเป็นนักล่าอิเล็กทรอนิกส์อนอนุภาคที่เล็กที่สุดของกระแสไฟฟ้า ซึ่งมันเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ยังเป็นต้นเหตุสำคัญทำให้เกิดความร้อนความเย็น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง



Source: <http://www.redbubble.com/people/diasha/works/4214419-albert-einstein-oil-painting-portrait>  
รูปที่ 1.1 ไอน์สไตน์ ในมุมมองหนึ่งของศิลปิน

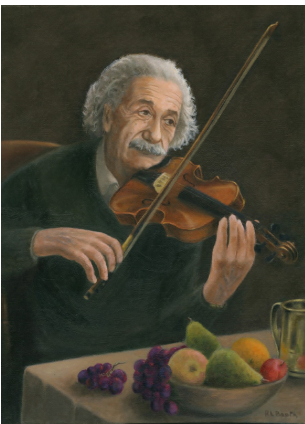
แปลงทางกายภาพของทุกสรรพสิ่ง ผมจึงสนใจศึกษาพฤติกรรมของอิเล็กทรอนิกส์เพื่อประโยชน์สูงสุดในอาชีพการงาน เมื่อติดตามอิเล็กทรอนิกส์ลึกเข้าไปเรื่อยๆ นั้น เลี้ยงไม่ได้ที่ต้องศึกษาทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษและผมรู้สึกงงจนเทห์เหลือคณานับกับผลลัพธ์ของทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษที่ทำให้คำทำนายว่า “ถ้าเราเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงๆจะทำให้เราอ่อนเยาว์ขึ้นหรือแก่ชราช้าลง” นับเป็นความหวังในการหาหนทางชะลอวัยได้

หรือนี่จะเป็นแสงศักดิ์สิทธิ์แห่งความอ่อนเยาว์ที่มีอยู่จริงในโลกของเรา ต่อเมื่อบรรดาความสนใจนี้เริ่มประเดประดังก่อตัวขึ้น ในราวปี พ.ศ. 2544 ผมจึงได้ศึกษาทฤษฎีนี้อย่างจริงจัง และเก็บข้อมูลสะสมด้วยตนเอง





เรื่อยมา แต่หนังสือเกี่ยวกับ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ในช่วงนั้นมีน้อยมาก หนังสือที่มีอยู่ก็มีข้อมูลที่อ่านแล้วก็ไม่ค่อยเข้าใจเท่าที่ควร การพยายามทำความเข้าใจ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ในช่วงแรกๆ ผมก็ประสบชะตากรรมเหมือนดังท่านทั่วไปแหละครับ ที่**รู้สึกเข้าใจแบบงงๆ** เพราะทฤษฎีนี้มีความซับซ้อนพอควร แต่ด้วยความที่ทฤษฎีของไอน์สไตน์มีกลิ่นไอของศิลปะสูง จึงมีเสน่ห์ชวนติดตามแม้จะเผชิญความฉงนงงงวยไปบ้าง แต่ผมก็พยายามอ่านหนังสือหลายๆ เล่มและค้นคว้าต่างๆ นานา แต่ก็ยัง**รู้สึกเข้าใจแบบสัมพัทธ์ๆ** อยู่ดี (ประมาณว่า**เข้าใจแต่เหมือนไม่เข้าใจ**ใครคนกัน) ผมพยายามปะติดปะต่อจิ๊กซอว์แต่ละตัวเรื่อยมา ทำความเข้าใจทั้งภาพรวมและภาพย่อยสลับกันไปมา จนในที่สุดแล้วก็**เข้าตำราความพยายามอยู่ที่ไหนความสำเร็จย่อมอยู่ที่นั่น** ผมก็เริ่มตามทันรอยความคิดของไอน์สไตน์ ผมเริ่มเข้าใจกระบวนการคิดของเขาวិธีการเข้าถึงสัจธรรมด้วยวิธีอันเรียบง่ายแต่มีเสน่ห์ของเขาแล้ว ประจวบกับที่ผมสัมผัสได้ว่ายังมีคนอื่นอีกจำนวนมากและมีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆ ที่**ต้องการเข้าถึงเข้าใจในแก่นแท้**ของทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษนี้ ซึ่งคงต้องเกิด**อาการฉงนงงงวย**ชะรอยเดิมที่ผมเคยประสบมาเป็นแน่ จึงตั้งใจว่าจะรวบรวมเรียบเรียง**วิธีทำความเข้าใจ**ที่ง่ายที่สุดสำหรับทฤษฎีนี้ จนกระทั่งกลายมาเป็นหนังสือที่ท่านกำลังอ่านอยู่ในขณะนี้ ผมพยายามถ่ายทอด**สมการต่างๆ**ในทฤษฎีนี้ออกมาเป็น**รูปภาพ** ในลักษณะที่



Source: <http://www.bobonart.co.uk/albert-einstein.html>

รูปที่ 1.2 อีกมุมมองหนึ่งของศิลปินที่มีต่ออัลเบิร์ตไอน์สไตน์



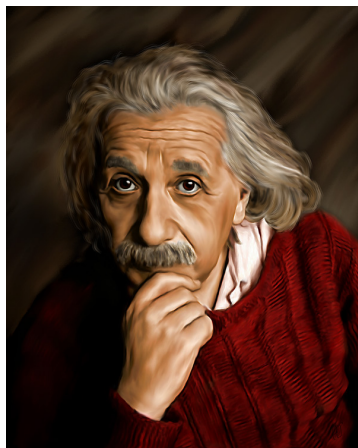


เข้าใจได้ง่ายๆ และสอดคล้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันทั่วไปของ  
 ท่านๆ เพื่อให้ผู้คนทั่วไปที่สนใจในวิทยาศาสตร์แต่มีพื้นฐานด้านฟิสิกส์ไม่  
 มากนักจนถึงไม่มีเลย สามารถอ่านได้อย่างราบรื่นมากขึ้นและจักได้สัมผัส  
 ด้านสุนทรียะรสของวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกันด้วย



## ร่องรอยแห่งปัญหา เริ่มเผยตัว

ด้วยความที่ผมเป็นวิศวกร จึงคุ้นเคยในการจับประเด็นทฤษฎีทาง  
 วิทยาศาสตร์ต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานให้เกิดมรรคเกิดผลในอาชีพ  
 ของตนเอง การทำงาน **ด้านวิศวกรรม** ต้องมีความเข้าใจทั้งทางด้าน  
**วิทยาศาสตร์** และ **สังคม** ไปพร้อมกันด้วย ทั้งสองสิ่งนี้ต้องเข้ากันได้อย่าง  
 กลมกลืน เพราะงานด้านวิศวกรรมที่สร้างสรรค์ออกมานั้นต้องรับใช้สังคม  
 หากสร้างความสะดวกต่อสังคมไม่ได้หรือใช้งานไม่ได้ ก็ต้องนับเป็นความสิ้น  
 เปลืองทรัพยากรและไร้ประโยชน์



Source: <http://hhspolymers.com/our-instructor.html>  
 รูปที่ 1.3 อีกอิริยาบถหนึ่งของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์

เมื่ออาชีพต้องเป็นผู้ใช้งานเทคโนโลยีต่างๆ ทำให้ต้องศึกษาลึกเข้าไป  
 ไปในกลไกต่างๆ ของเทคโนโลยีเพื่อประสิทธิภาพในการใช้งาน กลไกขนาดใหญ่  
 ที่มองเห็นนั้นผมสามารถใช้**ทฤษฎีของนิวตัน**เพื่อหาคำตอบได้ ในส่วน  
 เรื่องความร้อน, ความเย็นก็ใช้**ทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์**ในการหาคำตอบ  
 และในส่วนเรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็กก็ใช้**ทฤษฎีของแมกซ์เวลล์**





แต่เมื่อศึกษาทฤษฎีต่างๆที่กล่าวมาลึกเข้าไป เพื่อหาแก่นแท้ที่ให้กำเนิดทฤษฎีเหล่านี้ ผมต้องพบกับ**อิเล็กตรอน**และเสียงไม่ได้ที่ต้องเข้าใจพฤติกรรมของมัน ซึ่งในทีแรกผมคิดว่า**อิเล็กตรอน**เป็น**เม็ดอนุภาค**(เพราะมันมีมวล) แต่เมื่อศึกษาพฤติกรรมของตัว**อิเล็กตรอน**ลึกเข้าไป จะพบว่ามันสามารถแสดงสถานะเป็น**คลื่น**ได้ด้วย

**อิเล็กตรอน**จึงแสดงตัวได้ 2 สถานะ กล่าวคือ

บางสถานการณ์มันแสดงตัวเป็น“**อนุภาค**”จะเรียกว่า“**อิเล็กตรอน**”แต่ใน

บางสถานการณ์มันแสดงตัวเป็น“**คลื่น**”จะเรียกว่า“**คลื่นอิเล็กตรอน**”

**อิเล็กตรอน**นั้นเป็นสิ่งเล็กจิ๋วที่โคจรรอบนิวเคลียส วงโคจรอย่างง่ายของมันแบ่งเป็นหลายชั้นหากอะตอมนั้นมี**อิเล็กตรอน**หลายตัวดังรูปที่ 1.4-a

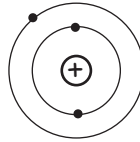
เมื่อมี**แสง**หรือ**โฟตอน**สาดผ่านตัวอะตอม **อิเล็กตรอน**ที่มีพลังงานต่ำกว่า**โฟตอน**จะดูดซับ**โฟตอน**นั้นไว้ในอัตรส่วน**โฟตอน** 1 ตัวต่อ**อิเล็กตรอน** 1 ตัว ส่งผลให้**อิเล็กตรอน**มีพลังงานสูงขึ้นจนมันสามารถเลื่อนขึ้นไปโคจรในวงที่ไกลขึ้นไปจากนิวเคลียส แต่หาก**อิเล็กตรอน**นั้นอยู่ในวงโคจรนอกสุดอยู่แล้ว**อิเล็กตรอน**ตัวนั้นก็หลุดออกจากอะตอมกลายเป็น**อิเล็กตรอนอิสระ**

ครั้นเมื่อปราศจาก**แสง**ที่พลังงานสูงกว่าก่อนหน้าี่สาดผ่านตัวอะตอมแล้ว **อิเล็กตรอน**ที่ขึ้นนอกก็จะเลื่อนกลับมาโคจรวงเดิมอย่างรวดเร็วพร้อมกับปล่อย**โฟตอน** 1 ตัว(หรือ**แสง**)ออกไปแบบสุ่มทิศทาง

นั่นคือวัฏจักรของ**แสง**

**แสง**คือ**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**ที่มีความถี่ในช่วงที่ตาเราสามารถมองเห็น ( $4.3 \times 10^{13}$  Hz ถึง  $7.5 \times 10^{13}$  Hz ) ถ้า**ความถี่สูงหรือต่ำกว่านี้** ตาของเราจะไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้นถ้าจะพูดให้อยู่ในรูปที่ใช้ได้ทั่วไป จะกล่าวได้ว่า**อิเล็กตรอน**จะดูดซับหรือปลดปล่อย**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**ทุกช่วง**ความถี่**

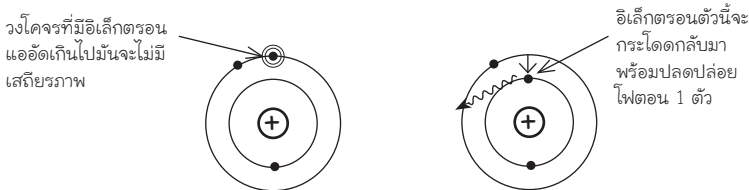




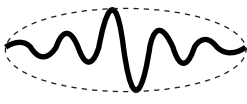



a) โครงสร้างอะตอมลิเทียม



b) เมื่อแสง(ฟองโฟตอน)สลับผ่านอะตอม แล้วมีอิเล็กตรอนตัวหนึ่งดูดซับโฟตอนได้ 1 ตัว ส่งผลให้มันมีพลังงานมากขึ้น จนสามารถกระโดดออกไปวงโคจรในชั้นที่ไกลออกไป



c) ทันทีที่ไม่มีโฟตอนพลังงานสูงกว่ามารบกวนอีกและวงโคจรว่างลง มันจะดึงดูดให้อิเล็กตรอน(ตัวใดก็ได้)ในชั้นที่อยู่ขึ้นไป เดิมลงยังช่องว่างในเวลาที่สุดเร็วที่สุด ในขณะที่เดียวกันอิเล็กตรอนตัวที่เลื่อนลงมาจะปลดปล่อย“โฟตอน”ออกไป 1 ตัว แบบไร้ทิศทาง (ในรูปนี้วงโคจรชั้นในสุดจะมีเสถียรภาพเมื่อบรรจุอิเล็กตรอนได้สูงสุด 2 ตัวเสมอ)

อนุภาค	คลื่น
 โฟตอน	 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 อิเล็กตรอน	 คลื่นอิเล็กตรอน

d) (บน)คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แสดงตัวเป็นอนุภาคเรียกว่าโฟตอน , (ล่าง)อนุภาคอิเล็กตรอนที่แสดงตัวเป็นคลื่น

รูปที่ 1.4





อิเล็กทรอนิกส์กับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งที่ปรากฏควบคู่กันตามธรรมชาติเสมอ(แต่ต่างกันตรงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสงนั้น ไม่มีมวล)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเองก็แสดงตัวเป็น 2 สถานะ เจกเช่นกัน

เมื่อแสดงตัวเป็น คลื่น จะเรียกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่อแสดงตัวเป็น อนุภาค จะเรียกว่า โฟตอน

การมี 2 สถานะนี้เรียกโดยทั่วไปว่าทวิภาพของคลื่นและอนุภาค แต่ปัญหาคือปรากฏการณ์เหล่านี้ไม่สามารถอธิบายด้วยทฤษฎีของนิวตัน และแม็กซ์เวลล์ได้เลย

หากจะกล่าวให้ชัดขึ้นคือ

ทฤษฎีของแม็กซ์เวลล์ไม่สามารถอธิบายว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแสดงตัวเป็นเม็ดอนุภาคได้อย่างไร??? และ

ทฤษฎีของนิวตันก็ไม่สามารถอธิบายว่าอิเล็กทรอนิกส์เกิดการแทรกสอดหรือแสดงตัวเป็นคลื่นได้อย่างไร???

## ทฤษฎีของแม็กซ์เวลล์ ไม่สามารถอธิบายว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสดงตัวเป็น เม็ดอนุภาค ได้อย่างไร?

ในปี ค.ศ. 1865 เจมส์ เคลิร์ก แมกซ์เวลล์ นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ได้ตีพิมพ์ผลงานชื่อ ทฤษฎีพลศาสตร์ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า(A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field) โดยภาพรวมเป็นการแสดงสมการแมกซ์เวลล์ 4 สมการที่ใช้อธิบายธรรมชาติของสนามไฟฟ้า( Electric field )และสนามแม่เหล็ก( Magnetic field ) โดยสองสมการแรกบอกเราเกี่ยวกับผลกระทบและปรากฏการณ์ของสนามไฟฟ้า(  $E$  )และสนามแม่เหล็ก(  $B$  ) ส่วนอีกสองสมการซึ่งเป็นสมการที่สำคัญมากที่สุด เพราะทำให้เห็นว่าทั้งสนามไฟฟ้า(  $E$  )และสนามแม่เหล็ก(  $B$  )นั้นเป็นสิ่งๆเดียวกัน จึงทำให้สามารถเขียนรวมกันเป็นคำว่าแม่เหล็กไฟฟ้าได้ และรูปร่างของคลื่น





จะมีหน้าตาพื้นฐานดังรูปที่ 1.4-d (ขวาบน) **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**นี้จะสะบัดด้วยรูปทรงต่อเนื่องที่อัตราเร็ว  $c$  (ประมาณ  $3 \times 10^8$  เมตร/วินาที:ในสุญญากาศ) ไปจนกว่าจะชนแล้วถูกดูดซับด้วยอิเล็กตรอนใดๆ



กล่าวโดยสรุป**ทฤษฎีของแม็กซ์เวลล์**ทำนายว่า**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**มีรูปทรงที่ต่อเนื่อง

ในปีค.ศ. 1900 แม็กซ์ พลังค์ (Max Planck) นักฟิสิกส์ผู้ยิ่งใหญ่ชาวเยอรมันได้เสนอทฤษฎีที่ดูเหมือนจะแสดงให้เห็นว่า**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกย่านความถี่(รวมแสงด้วย)**นั้นแท้จริงแล้ว**ไม่ใช่สิ่งที่มีลักษณะเกาะเกี่ยวกันอย่างต่อเนื่องตามทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแม็กซ์เวลล์**ได้บอกไว้ก่อนหน้านี้

ทฤษฎีของพลังค์นี้ยังเป็น**ปฐมบททฤษฎี** ที่เป็นต้นกำเนิดของ**ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม**อีกด้วย ซึ่งพลังค์ได้เสนอแนวคิดว่า**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(หรือแสง)** ที่เปล่งออกจาก**วัตถุดำ(Black body)** จะมีลักษณะเป็น**ก้อนพลังงานหรือเรียกว่าควอนตัม(Quantum)** โดยพลังงานของ**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสง( $E$  : หน่วยเป็นจูล)**ที่เปล่งออกมามีสมการดังนี้



$$E = hf \quad \dots[E1.1]$$

$h$  คือ ค่าคงตัวพลังค์ มีค่าเท่ากับ  $6.63 \times 10^{-34}$  จูล/วินาที

$f$  คือ ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วยเป็นเฮิรตซ์

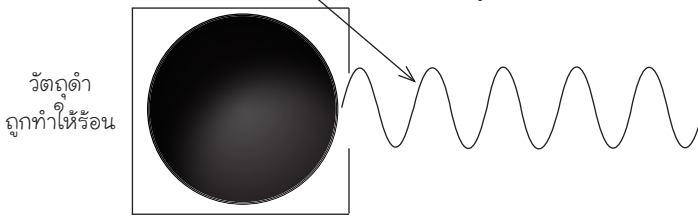
<sup>1</sup> ซึ่งถือได้ว่าเป็นข้อเสนอที่สร้างความประหลาดใจ ให้แก่นักวิทยาศาสตร์ทั้งโลกในขณะนั้น (เพราะช่วงนั้นนักวิทยาศาสตร์มีเพียงพื้นฐานความรู้จาก**ทฤษฎีของแม็กซ์เวลล์** ที่ทำนายว่า**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**มีรูปทรงที่ต่อเนื่องเท่านั้น) และแม้ว่าในตำราทั่วไปเรามักให้เกียรติแก่พลังค์ว่าเป็นผู้ให้กำเนิดยุค**กลศาสตร์ควอนตัม** ในความเป็นจริงแล้ว**ตัวพลังค์เอง**ก็ค่อนข้างจะ**สับสนกับแนวคิดของตนเอง**ในขณะนั้น แต่ผู้ที่มีส่วนสำคัญอย่างมากในการแสดงว่า **แนวคิดของควอนตัมของพลังงาน(ก้อนของพลังงาน)มีความ**



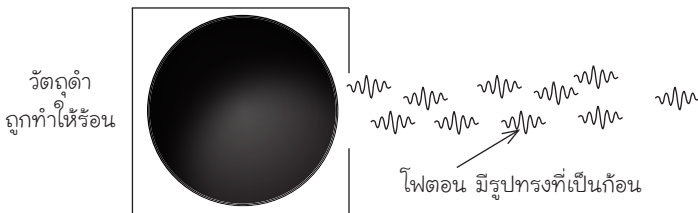


ถูกต้องและมีความทั่วไปตามธรรมชาตินั้น น่าจะเป็นไอน์สไตน์ต่างหาก เพราะบทความทฤษฎีควอนตัมของการปลดปล่อยและดูดซับแสง ของ ไอน์สไตน์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกหรือปรากฏการณ์ที่แสง ตะขี้เหล็กตรอนให้กระเด็นออกจากอะตอม ในเวลาใกล้เคียงกับของพลังค์ นั้น ไอน์สไตน์ได้แสดงอย่างเด็ดขาดว่าแนวคิดควอนตัมของพลังงานของ พลังค์นั้นถูกต้อง โดยแนวคิดของไอน์สไตน์จะต่างกับแนวคิดของพลังค์ อย่างมีนัยสำคัญ คือ พลังค์ไม่ได้เสนอว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีลักษณะเป็น อนุภาค แต่พลังค์เพียงเสนอว่าปริมาณของพลังงานที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เปล่งออกมาจากวัตถุดำมีลักษณะเป็นขั้นๆเท่านั้นเอง โดยพลังค์เองยังคง เชื่อว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีคุณสมบัติเป็นคลื่นต่อเนื่องไม่ได้แบ่งลำ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกเป็นก้อนหรืออนุภาคเลย <sup>1</sup>

แมกซ์เวลล์ ทำนายว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เปล่งออกมาจะมีรูปทรงที่ต่อเนื่องเป็นคลื่น



พลังค์ ค้นพบว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เปล่งออกมาจากวัตถุดำ มีรูปทรงที่เป็นก้อน แต่ด้วยความที่ เขายังยึดถือในทฤษฎีของแมกซ์เวลล์ จึงทำให้พลังค์ไม่แน่ใจว่าความคิดนี้ถูกต้อง



ไอน์สไตน์ ใช้ทฤษฎีของพลังค์ยืนยันว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เปล่งออกมาจากวัตถุดำ มีรูปทรงที่เป็น ก้อนๆจริง เขาเรียกมันว่า "โฟตอน"

รูปที่ 1.5 ภาพเปรียบเทียบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เปล่งออกมาจากวัตถุดำ

ข้อมูลอ้างอิง

1 บทที่ 1, หน้า 1-1, กลศาสตร์ควอนตัมพื้นฐาน, ศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม เขียน, สำนัก พิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2552





ไอน์สไตน์ได้ตั้งสมมติฐานให้คลื่นแสงนั้นเป็นเหมือนกับอนุภาคที่มีลักษณะเป็นก้อนหรือควอนตัมของพลังงาน ( $hf$ ) เล็กๆ แต่ไอน์สไตน์เรียกว่าโฟตอนมีค่าพลังงานเท่ากับ  $hf$

และไม่ใช่ความถี่ ( $f$ ) ทุกค่าจะสามารถทำให้โฟตอนเตะอิเล็กตรอนให้กระเด็นออกจากอะตอมได้ จะมีแค่ความถี่ ( $f$ ) บางค่าเท่านั้นที่ทำให้โฟตอนมีพลังงานมากกว่าหรือเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอน ( $W_o$ ) ในแต่ละชั้นวงโคจรจึงจะเตะอิเล็กตรอนให้กระเด็นออกจากอะตอมได้ ความถี่ ( $f$ ) นี้จึงมีลักษณะเป็นช่วงๆหรือเป็นขั้นๆ(ไม่ต่อเนื่อง) ตัวอย่างเช่น

$f_1$  มีค่าความถี่ =  $2.92 \times 10^{15}$  Hz ที่ทำให้โฟตอนเตะอิเล็กตรอนวงโคจรชั้นในสุดให้หลุดออกจากอะตอมได้

$f_2$  มีค่าความถี่ =  $0.46 \times 10^{15}$  Hz ที่ทำให้โฟตอนเตะอิเล็กตรอนวงโคจรชั้นที่ 2 ให้หลุดออกจากอะตอมได้

$f_3$  มีค่าความถี่ =  $2.46 \times 10^{15}$  Hz ที่ทำให้โฟตอนเตะอิเล็กตรอนวงโคจรชั้นที่ 3 ให้หลุดออกจากอะตอมได้ เป็นต้น

โดยที่อนุภาคโฟตอน 1 ตัวผลักอิเล็กตรอนได้เพียง 1 ตัวเท่านั้น

ซึ่งถ้าหากว่าแสงมีคุณสมบัติเป็นคลื่นจริงตามทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์แล้วละก็ พลังงาน ( $E$ ) ของมันจะต้องขึ้นกับความเข้มของแสง แต่จากการทดลองเมื่อเราเพิ่มความเข้มของแสง ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการเพิ่มความเข้มของแสงอีก 5 เท่า(จากเดิมที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงเพียงแหล่งเดียวฉายกระทบลงบนโลหะชนิดหนึ่งแล้วสมมติว่าทำให้อิเล็กตรอนหลุดไหลไปได้ 10 ตัว/วินาที) เราจะต้องนำแหล่งกำเนิดแสงที่มีความถี่ ( $f$ ) เดียวกันมาเพิ่มอีก 4 ตัวรวมเป็น 5 ตัว เพื่อช่วยเพิ่มความเข้มของแสงให้ได้ 5 เท่า และการเพิ่มความเข้มของแสงนี้ควรจะทำให้พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ( $E$ ) เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะเป็นไปตามทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ แต่ผลลัพธ์มันกลับไม่เป็นเช่นนั้น การเพิ่มความเข้มของแสงนั้นไม่ได้ช่วยให้แสงเตะอิเล็กตรอนให้กระเด็นออกจากอะตอมได้เพิ่มขึ้นเลย อิเล็กตรอนยังคงหลุดไหลไปได้ 10 ตัว/วินาทีเท่าเดิม





ดังนั้นทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแม็กซ์เวลล์ จึงไม่สามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(แสง)เตะอิเล็กตรอนให้กระเด็นออกจากอะตอม หรือที่เรียกว่าปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกได้เลย

แต่ในทางตรงข้าม โอน์สไตน์แสดงให้เห็นว่าแสงมีค่าพลังงานในการแผ่รังสีแบบไม่ต่อเนื่อง มันมีลักษณะเป็นก้อนๆเหมือนดังที่พลังค์คิดไว้ **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(แสง)**ที่เป็นก้อนๆนี้ โอน์สไตน์เรียกว่า **โฟตอน** โดยพลังงานของโฟตอน ( $E$ ) จะขึ้นอยู่กับความถี่ ( $f$ ) คูณกับค่าคงตัวของพลังค์ ( $h$ ) หรือ  $E = hf$  ซึ่งการทำนายของโอน์สไตน์นี้สอดคล้องกับการทดลองเป็นอย่างดี

ทฤษฎีของแม็กซ์เวลล์จึงไม่สามารถอธิบายว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแสดงตัวเป็นเม็ดอนุภาคได้อย่างไร

แต่โอน์สไตน์ใช้สมมติฐานของพลังค์สร้างทฤษฎีควอนตัมของการปลดปล่อยและดูดซับแห่งแสงเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและอธิบายอย่างชัดเจนว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(แสง)แสดงตัวเป็นก้อนอนุภาคได้

นอกจากนั้น โอน์สไตน์ยังถือว่าเป็นผู้ริบบาทสำคัญคนหนึ่งที่เปิดประตูสู่ยุคกลศาสตร์ควอนตัมนับต่อจากนั้นเป็นต้นมา

**ทฤษฎีของนิวตัน** ก็ไม่สามารถอธิบายว่า อิเล็กตรอน เกิดการแทรกสอดหรือแสดงตัวเป็น คลื่น ได้อย่างไร?

ทฤษฎีของนิวตันต้องหลีกเลี่ยงให้กลศาสตร์ควอนตัมเป็นผู้ไขปริศนานี้ ซึ่งผมจะขอกล่าวเรื่องนี้ย่อๆไว้เพียงเท่านี้ก่อน เพราะเนื้อหาในหัวข้อนี้ต้องเขียนกันยาวเหยียดและไม่มีนัยสำคัญต่อหนังสือเล่มนี้มากนัก

**มองผลงานในปี ค.ศ. 1905 ของโอน์สไตน์**



โอน์สไตน์ก้าวเข้ามาในแนวหน้าของนักวิทยาศาสตร์ พร้อมกับกระสุนนัดแรก ที่สามารถทำลายกำแพงชั้นแรก ที่ปิดตายล้อมปัญหาที่ไร้ทาง





ทางออกนี้มานานนับสิบปี โดยเขาเสนอผลงานชิ้นที่ 1 คือเรื่องทฤษฎีควอนตัมของการปลดปล่อยและดูดซับแห่งแสงเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกที่เป็นหนึ่งในปรากฏการณ์ทวิภาพของคลื่นและอนุภาคได้สำเร็จ ในช่วงปีเดียวกันนี้(ปีค.ศ. 1905 )เขายังได้นำเสนอผลงานทางวิชาการอีก 4 เรื่อง(รวมเป็น 5 เรื่อง) คือ

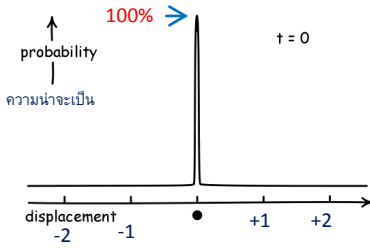


**ผลงานชิ้นที่ 2** คือเรื่องวิธีใหม่ในการคำนวณขนาดของโมเลกุล เขาเป็นคนแรกที่คำนวณหาขนาดของโมเลกุลได้สำเร็จและถูกต้อง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการประยุกต์ใช้งานในหลายๆธุรกิจที่เกี่ยวกับการผสมสารและเคมี เช่น ธุรกิจผสมซีเมนต์ ธุรกิจผลิตภัณฑืนม ธุรกิจผลิตภัณฑืสเปรย์ เป็นต้น แต่ที่สำคัญคือผลงานชิ้นนี้ทำให้เขาจบปริญญาเอก รวมทั้งเป็นการปูพื้นฐานให้กับผลงานชิ้นที่ 3 ที่จะนำเสนอในอีก 11 วันต่อมา

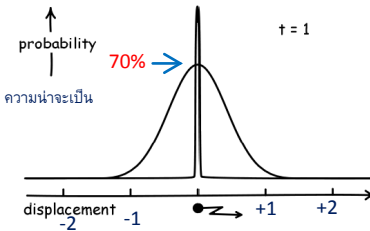
**ผลงานชิ้นที่ 3** คือเรื่องทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียน เป็นการวิเคราะห์และทำนายการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มองไม่เห็นเชิงสถิติของการเคลื่อนที่แบบสุ่มของมัน ซึ่งสามารถอธิบายอนุภาคขนาดเล็กที่แขวนลอยในของเหลวหรือที่รู้จักกันในนามการเคลื่อนที่แบบบราวน์ว่ามันสั่นไปมาได้อย่างไรได้สำเร็จ หลังจากปรากฏการณ์นี้เคยสร้างความงงงวยให้กับบรรดาเหล่านักวิทยาศาสตร์มานานเกือบ 80 ปี และผลจากการใช้ทฤษฎีอธิบายสิ่งที่มองไม่เห็นให้สามารถประจักษ์ได้ เรื่องนี้จึงส่งผลให้เราเปิดม่านบังตาเพื่อรับรู้ว่ามีอนุภาคนั้นมีวัตถุเล็กๆๆประกอบตัวกันอยู่จริง และเรียกมันว่าอะตอมหรือโมเลกุล ซึ่งก่อนหน้านี้มีแต่คนกล่าวขานถึงมันแต่ไม่มีใครเคยรับรู้สัญญาณการมีตัวตนของมันเลย

ทฤษฎีควอนตัมของการปลดปล่อยและดูดซับแห่งแสงและทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียนของไอน์สไตน์มีพื้นฐานมาจากหลักคณิตศาสตร์เชิงสถิติหรือที่เรียกว่าหลักความน่าจะเป็น ที่เกิดจากผลของการนับวัตถุหรืออนุภาคจำนวนมากๆที่มีสัญญาณเป็นก้อนและนับได้ ซึ่งผลลัพธ์จะเป็นแนวโน้มแบบกราฟรูปประฆังคว่ำดังรูปที่ 1.6

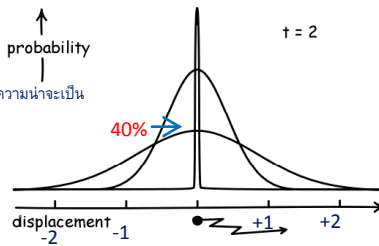




เวลา  $t=0$   
มีความน่าจะเป็น=100% ที่จะพบ  
อนุภาคที่จุดกึ่งกลาง



เวลา  $t=1$   
มีความน่าจะเป็น=70% ที่จะพบ  
อนุภาคที่จุดกึ่งกลาง  
แต่อาจจะพบในระยะ  $\pm 1$  ซึ่งมี  
ความน่าจะเป็นลดน้อยลงตาม  
ระยะไกลขึ้น



เวลา  $t=2$   
มีความน่าจะเป็น=40% ที่จะพบ  
อนุภาคที่จุดกึ่งกลาง  
แต่อาจจะพบในระยะ  $\pm 2$  ซึ่งมี  
ความน่าจะเป็นลดน้อยลงตาม  
ระยะไกลขึ้น

รูปที่ 1.6 กราฟรูปภูเขาหรือระฆังคว่ำ ที่เป็นลักษณะเฉพาะทางสถิติของความน่าจะเป็นถ้าคุณเห็นภาพประมาณนี้ นั่นคือผลของความน่าจะเป็นสำหรับวัตถุที่นับได้จำนวนมากๆ

**ผลงานชิ้นที่ 4** คือ เรื่องทฤษฎีสัมพันธภาพพิเศษ เป็นผลงานสุดแสนมหัศจรรย์ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงเข้าใกล้แสงได้สำเร็จ หลังจากทฤษฎีของนิวตันไม่สามารถอธิบายได้ ซึ่งเปรียบเหมือนทฤษฎีของนิวตันเหมือนกับ**ผู้โคจรรอบปัญหา**อยู่ในแต่**ทฤษฎีสัมพันธภาพพิเศษของไอน์สไตน์**เหมือนโคจรอยู่นอกสุด เมื่อใดที่ปัญหาขยายตัวใหญ่กว่าวงโคจรของ**ทฤษฎีนิวตัน** ก็จะถูก**ทฤษฎีของไอน์สไตน์**จัดการ

และ**ผลงานชิ้นที่ 5** ซึ่งเป็นภาคต่อกับทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษคือ





นักฟิสิกส์ยุคคลาสสิก



โดเปอร์นิกัส

กาลิเลโอ

นิวตัน

แมกซ์เวลล์

นักฟิสิกส์ยุคใหม่

ทฤษฎีควอนตัม

ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ +  $E=mc^2$



แมกซ์ พลังค์

ไอน์สไตน์



ไอน์สไตน์

ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม

ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป

นิลส์ โบห์ร

เดออบรอยล์

ร็ทเทอร์ฟอร์ด



ไอน์สไตน์



ชเรอดิงเงอร์

ดิแรก

ฟายน์แมน

รูปที่ 1.7 ผังโดยรวมของนักฟิสิกส์ในยุคคลาสสิก(ดั้งเดิม) กับ ฟิสิกส์ยุคใหม่





เรื่อง  $E = mc^2$  ที่เปลี่ยนมุมมองใหม่ในการมองโลกและชีวิตให้กับมนุษย์ไปตลอดกาล มุมมองที่ว่าพลังงาน ( $E$ ) กับมวล ( $m$ ) คือสิ่งเดียวกันมันเปลี่ยนรูปไปมาได้

## จุดแตกหน่อของฟิสิกส์ยุคใหม่

หลังจากกระสุนนัดแรกของไอน์สไตน์ดังขึ้น กระสุนนัดต่อไป....ก็ประทุตามมารวกับโบว์มีโน่ ผลงานทั้ง 5 ที่เผยแพร่ออกมานั้น เป็นพื้นฐานสำคัญช่วยให้นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากหลุดออกจากเขาวงกต และนำไปพัฒนาทฤษฎีที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทวีภาพของคลื่นและอนุภาคได้ จนกระทั่งนำไปสู่การพัฒนาทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมจนสำเร็จ ซึ่งช่วยให้เกิดการย่อเวลาอย่างใหญ่หลวงต่อมวลมนุษยชาติสืบมาจวบจนปัจจุบัน นับจากยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมที่อยู่บนพื้นฐานกฎของนิวตันที่ผ่านมา

ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม ให้กำเนิดเครื่องคอมพิวเตอร์นำไปสู่การพัฒนาด้านซอฟต์แวร์ควบคู่กันไป จนกระทั่งพัฒนามาเป็นระบบอินเทอร์เน็ตที่ทำให้โลกทั้งโลกมาปรากฏอยู่ในฝ่ามือของเราในขณะนี้ เครื่องซูเปอร์คอมพิวเตอร์ทำให้ศาสตร์ด้านชีวภาพเร่งเร็วในทุกมิติ นอกจากนั้นยังให้กำเนิดศาสตร์ด้านนาโนเทคโนโลยีด้วย เป็นต้น และยังมีเทคโนโลยีและทฤษฎีอีกมากมายที่เกิดจากผลแห่งกลศาสตร์ควอนตัมที่ไม่ได้กล่าวถึง ซึ่งถือว่าทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมประสบความสำเร็จอย่างสูงในการสร้างความเจริญก้าวหน้าให้กับมนุษยชาติในทุกวันนี้ หรืออีกนัยหนึ่งถือเป็นเครื่องยนต์หลักในการขับเคลื่อนโลกที่สำคัญเครื่องหนึ่งนับต่อจากนิวตันและแม็กซ์เวลล์เลยทีเดียว



## ไอน์สไตน์ลุ่มหลง ความเที่ยงแท้ เหมือนนิวตัน

ในทางตรงกันข้าม ไอน์สไตน์ไม่ได้ให้ความสนใจทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมเลย แม้เขาจะเป็นผู้ทะลวงกำแพงเปลือกนอกที่ห่อหุ้มอยู่ แต่





สำหรับในขั้นถัดๆ เข้าไป **เขากลับไม่ได้สนใจ** พวกแถมหันหลังให้ แล้วเดินจากไป เพราะความไม่ชอบใน**หลักความไม่แน่นอนแห่งหลักคณิตศาสตร์เชิงสถิติ** ที่นำมาเป็นพื้นฐานในการสร้างทฤษฎี แต่เขากลับนิยม**หลักความแน่นอน** และ**หลักการเชื่อมโยงอย่างต่อเนื่องของสรรพสิ่ง** มาเป็นพื้นฐานในการสร้างทฤษฎีมากกว่า ซึ่งเป็นวิธีการสร้างทฤษฎี**แบบทำจากบนลงล่าง** หรือที่เรียกว่า**วิธีนิรนัย** ไอน์สไตน์จึงเสาะแสวงหา**หลักสัจพจน์** ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความแน่นอนชั่ววินิจนรันดร์ เพื่อมาเป็นแนวหลักใหญ่ในการครอบคลุมทฤษฎีทั้งหมดเสียก่อน จากนั้นจึงค่อยพัฒนาสมการต่างๆรองรับตามหลัง เช่นดัง**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ** ในหนังสือเล่มนี้ ที่ไอน์สไตน์ตั้งสัจพจน์ข้อที่ 2 (แสงมีอัตราเร็วคงที่ในสุญญากาศเสมอ) เป็นหลักใหญ่ก่อน แล้วค่อยพัฒนาสมการอื่นๆขึ้นมาและสมการเหล่านั้นต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขของ**หลักสัจพจน์**ดังกล่าว ซึ่งที่จริงสักๆแล้วความศรัทธาของ**ไอน์สไตน์**มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับ**นิวตัน**ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายความศรัทธาของ**หลักศาสนา**คือศรัทธาต่อความเชื่อที่ว่าทุกสรรพสิ่งอยู่ภายใต้**กฎที่เที่ยงแท้แน่นอน**หรืออยู่ภายใต้**สิ่งสัมบูรณ์**

ด้วยความที่**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ประสบความสำเร็จอย่างงดงามและแสนอัศจรรย์ใจ ตามมาด้วย**ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป**ที่มีลักษณะเฉกเช่นกัน ผมไม่แน่ใจนะว่าด้วยความหลงใหลหรืออะไร ที่ทำให้ไอน์สไตน์มุ่งหน้าไล่ล่า**ทฤษฎีภาคต่อจากสัมพัทธภาพ** เป้าหมายต่อไปเขาพยายามรวม**แรงแม่เหล็กไฟฟ้าเข้ากับแรงโน้มถ่วง**ภายใต้**ชื่อทฤษฎีสนามรวม** ซึ่งเขาใช้เวลาที่เหลือทั้งชีวิตรวม 30 ปีในการพัฒนาทฤษฎีที่ไม่สามารถเป็นจริงได้นี้ จบจนวินาทีสุดท้ายของลมหายใจ

สำหรับผมแล้วการ**แกะรอย**ไปตามเส้นใยแห่ง**ฟิสิกส์**นั้น ได้เดินทางไปถึง**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ของไอสไตน์ก่อนจะถึง**ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม** เป็นธรรมดาเพราะถ้าเราไม่เข้าใจ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ** ก็จะไม่สามารถเข้าใจ**ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม** ด้วยเหตุที่**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**เป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของ**ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม** และยัง





เป็นพื้นฐานให้กับ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพ**ทั่วไปรวมไปถึง**ทฤษฎีฟิสิกส์ขั้นสูง**อื่นๆ และด้วยทฤษฎีของไอน์สไตน์ มีกลิ่นไอของ**ศิลปะ**และ**ศาสนา** ผลงานของเขา จึงมีความเป็นมิตรกับคนทั่วไปด้วย ประจวบด้วยความโด่งดังที่มีผู้คนกล่าวขานถึงเขาอย่างไม่หยุดยั้งจวบจนปัจจุบัน ผู้คนที่กล่าวถึงไอน์สไตน์ นั้นมีแทบจะ**ทุกวงการรวมทั้งลูกชายวัยแปดและเก้าขวบ**ของผมด้วย นี่ กระมังที่ทำให้ผมหลงเสน่ห์ของไอน์สไตน์ตามกระแสไปด้วย แต่อย่างไร ก็ตามเมื่อได้เข้าไปศึกษา**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**อย่างลึกซึ้งแล้วผมบอกได้ เลยว่า**เรื่องนี้ไม่ธรรมดา** แต่ที่พิเศษกว่านั้นคือการหลุดรอดออกมาจาก**ป่า สัมพัทธภาพ** จนได้กลับมานั่งบอกเล่ากล่าวขานถึงเรื่องราวที่แสนมหัศจรรย์ พันลึกได้นั้นนับเป็นเรื่องที่น่าเหลือเชื่อยิ่งนัก เรื่องราวแห่ง**ป่าสัมพัทธภาพ** นั้นช่างแสนวิจิตรน่าอัศจรรย์ใจและแสนจะคุ้มค่านักที่มนุษย์ได้เกิดมาใน ชาติหนึ่งนี้ ฟังจะได้สัมผัสพลังแห่ง**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ไว้บ้างจะถือว่า เป็นนิมิตรหมายที่ดีต่อชีวิตยิ่งนัก เพราะว่า! ผู้คนส่วนใหญ่ที่ได้เข้าไปสัมผัส สัมพัทธภาพนั้นจะต้องพบกับอาการแปลกประหลาดคือ**เกิดความเข้าใจแบบสัมพัทธภาพ**กล่าวคือ**มีความเข้าใจ**ในมุมมองหนึ่งแต่ในอีกมุมมอง หนึ่งกลับ**ไม่เข้าใจ** จึงทำให้หลงทางและหาทางออกจากป่าไม่ได้ ซึ่งอาการ **หลงป่าสัมพัทธภาพ**นั้นก็ยังคงอยู่ในวงวังค์ของหลายๆท่านในขณะนี้ และผม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะได้ช่วยให้ใครหลายๆคนหลุดออกมาจาก **ป่าสัมพัทธภาพ**ได้เสียที

ผมขอยืนยันว่าการทำความเข้าใจแนวคิดทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ ของไอน์สไตน์ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ นั้นมีประโยชน์ต่อชีวิต,สังคมและสิ่ง แวดล้อมมากมายนัก และยังมีประโยชน์อีกมากมายเหลือคณานับต่อคนทุก กลุ่มอาชีพ ทุกเพศทุกวัยที่ได้เข้าใจในทฤษฎีนี้มีความเข้าใจมากก็สร้างประ โยชน์ได้มาก

รูปสมการที่เรียบง่ายแต่ทรงพลัง ในส่วนของคณิตศาสตร์ก็มีเพียง การบวกลบคูณหาร,ยกกำลังและถอดรากเพียงเท่านั้นคงไม่เหนือปากว่าแรง ของท่านกระมัง แต่อาจจะเกิดความสับสนหน่อย ตรงที่ต้องใช้มุมมอง





2 กรอบในการพิจารณาสลับกันไปมา ประจวบกับการมีตัวแปรบางตัวมีค่าคงที่ไม่ว่าจะมองในกรอบไหน(เช่น  $V$  และ  $C$  อัตราเร็วมีค่าคงที่ทั้ง 2 กรอบ) และตัวแปรบางตัวก็มีค่าต่างกันอาจทำให้เกิดอาการได้หน้าสิมหลังได้ง่ายๆ แต่ถ้าค่อยๆอ่านค่อยๆทำความเข้าใจซ้ำหลายรอบหน่อย ก็สามารถเข้าใจได้ไม่ยากเย็นแต่ประการใด



หากท่านอ่านหนังสือเล่มนี้แล้วไม่เข้าใจก็อย่าด่วนโยนหนังสือทิ้ง สิ่งที่ดีควรทำคือไปหาอะไรทำสักพักก่อน แล้วค่อยกลับมาทำความเข้าใจตั้งแต่ต้นอีกครั้ง เพราะหนังสือเล่มนี้มีลักษณะเหมือนตัวต่อเลโก้ **สิ่งที่เลดูซับซ้อนดูปิศาจจะมีมันดำนั้นประกอบมาจากชิ้นส่วนง่ายๆหลายชิ้น** ถ้าท่านรู้จักชิ้นส่วนย่อยทุกชิ้นเป็นอย่างดี ก็น่าจะเข้าใจสิ่งที่ยากขึ้นไปได้ไม่ยากเย็นกระไร ถ้าไม่เข้าใจบทนั้นก็ไปอ่านในบทก่อนหน้านี้อ่านไปเรื่อยๆ รวมทั้งอ่านจากเล่มอื่นๆหลายๆแหล่งด้วยจะทำให้แตกฉานลุ่มลึกยิ่งขึ้น เพราะการทำคามเข้าใจทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษนั้นแสนคุ่มค่า , ทั้งแสนอึดอเมใจ , จรรโลงใจ , แสนอศรรยใจ คุ่มค่าต่อความตั้นตั้นคั้นหาขึงนั้ก

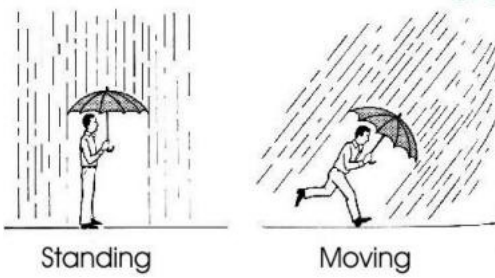


## มุมมองเป็นจริง ที่ทฤษฎีนิวตันอธิบายไม่ได้

ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ นั้นคือทฤษฎีที่เติมเต็มให้ กับทฤษฎีของนิวตัน นับเป็นความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่ของมนุษยชาติ และเป็นจุดแตกตัวสำคัญที่ก่อให้เกิดการพัฒนาทฤษฎีฟิสิกส์กลศาสตร์ควอนตัม หากท่านได้รู้จักและเข้าใจก็จะพบกับความอัศจรรย์อันยิ่งใหญ่ที่ซ่อนอยู่ได้

ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ มีพื้นฐานสำคัญจากหนึ่งในสองของหลักการสำคัญ คือหลักสัมพัทธภาพของกาลิเลโอที่ไอน์สไตน์ยก ระดับให้เป็น **สัจพจน์ของที่ 1** ซึ่งมีหัวใจสำคัญคือเป็นกฎที่เชื่อมโยง 2 มุมมองที่สัมพันธ์กัน ซึ่งไม่ว่าเราจะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ กฎฟิสิกส์ใดๆจะต้องให้ผลลัพธ์เหมือนกันทั้ง 2 มุมมอง แต่ในขณะที่เคลื่อนที่





Standing

Moving

Source: <http://spacetimecentre.org/vpetkov/courses/reid.html>



Source: <http://www.spacetimetravel.org/tuebingen/tuebingen.html>

รูปที่ 1.8 สายฝนที่เรามองเห็นว่าตกลงมาตรงๆเมื่อตอนยืนนิ่งๆ กลับให้ภาพที่เป็นแนวเฉียงเมื่อเราวิ่ง และ ถนนสายหนึ่งเมื่อเรายืนนิ่งๆจ้องมองจะพบว่าเป็นดังภาพด้านซ้าย แต่ที่เราเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วใกล้เคียงแล้ว ภาพที่เราเห็นจะเป็นดังด้านขวา

**ด้วยอัตราเร็วคงที่** การอนุรักษักฎฟิสิกส์ใดๆให้เป็นเช่นเดียวกันกับตอนหยุดนิ่งนั้น จะส่งผลกระทบต่อให้เกิดปรากฏการณ์บางอย่างที่แตกต่างกันระหว่างมุมมองทั้งสอง ตามมา

ดังรูปที่ 1.8 (บน) **สายฝน**คือสิ่งที่เราเฝ้าสังเกต เมื่อเราหยุดนิ่งจะมองเห็นแนวของสายฝนที่ตกลงมาเป็น**แนวตรง** แต่ถ้าหากเรา**เคลื่อนที่**จะมองเห็นแนวของสายฝนเป็น**แนวเฉียง** ซึ่งดูเหมือนจะเป็นเรื่องธรรมดาสามัญถ้าเราสัมผัสเหตุการณ์นี้เพียงลำพัง แต่ถ้าหากลองสมมติให้สายฝนตกลงมาในแนวตั้งนี้ เปลี่ยนไปเป็น**ลำแสงแทน**





โดยที่ฟากหนึ่งมี**นายเฉย**ยืนอยู่นิ่งๆ และ อีกฟากหนึ่งมี**นายคึก**อยู่ในยานที่วิ่งด้วยอัตราเร็วสูงใกล้แสงผ่าสายแสงไป เมื่อมีกรรมการคนหนึ่งเข้าไปถามพวกเขาทั้งสองว่ามองเห็น**แนวของแสง**เป็นเช่นไร ก็จะได้รับคำตอบ 2 แบบ ดังนี้



**นายเฉย**จะบอกว่าเห็นเป็น**แนวเส้นตรง**ลงมาจากฟากฟ้า

ส่วน**นายคึก**จะบอกว่าเห็นเป็น**แนวเฉียง**

แล้วคำถามที่สำคัญก็คือว่า**คำตอบของใครคือคำตอบที่ถูกต้อง?** แต่ต่อให้นายเฉยกับนายคึกเถียงกันจนตายก็คงไม่ได้ข้อยุติ เพราะคำตอบของเหตุการณ์ลักษณะนี้จะ**ใช้คำตอบเดียวไม่ได้** เพราะจะเกิดข้อขัดแย้งขึ้นทันที ซึ่ง**ทฤษฎีของนิวตัน**ไม่สามารถอธิบายได้ ดังนั้นจึงต้องมีการแสวงหาแนวทางใหม่ๆมาอธิบายเหตุการณ์เช่นนี้ เรื่องจึงจบลงโดยการใช้ 2 คำตอบเสมอ ซึ่งเป็นผลลัพธ์โดยตรงจากการใช้**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์**ในการทำงานนั่นเอง

รูปที่ 1.8 (ล่าง) เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่แสดงว่า ถ้าหากเราเคลื่อนที่เร็วสูงมากๆใกล้อัตราเร็วแสง เราจะมองเห็นสิ่งแวดล้อมบิดเบี้ยวไป ต่างจากที่มองด้วยการเคลื่อนที่ที่อัตราเร็วต่ำๆหรือหยุดนิ่ง



## ไอน์สไตน์ ผู้ปลดแอก

**หอนาฬิกา**ที่ตั้งตระหง่านกลางจัตุรัสเมืองใหญ่ต่างๆในทวีปยุโรป คือความยิ่งใหญ่หรือประหนึ่งสิ่งที่เป็นตัวแทนอันทรงอิทธิพลของ**นิวตัน**ในยุคสมัยนั้น นิวตันได้ประกาศว่า**เวลาคือสิ่งสากลหรือสิ่งสัมบูรณ์** ไม่ว่าจะอยู่ในจุดใดของเอกภพเวลาก็เป็นเวลาหนึ่งเดียวกัน เวลาที่ผ่านไป 1 ชม.บนโลกก็เท่ากับเวลาที่บนดวงดาวในกาแล็กซีอื่นๆหรือในจุดที่ว่างเปล่าใจกลางเอกภพก็ผ่านไป 1 ชม.เฉกเช่นกัน **ทุกสรรพสิ่งในเอกภพล้วนถูกลิขิตไว้หมดแล้ว** หรืออีกนัยหนึ่ง**อนาคตถูกคาดการณ์ได้**ถ้าหากเราทราบค่าตัวแปรหรือเข้าใจสิ่งที่เล็กที่สุดที่เป็นแก่นแท้ของสรรพสิ่งมากพอ ก็จะสามารถใช้**ทฤษฎี**





ของนิวตันคำนวณได้เลยว่าจะเกิดอะไรขึ้น!

นั่นหมายความว่าทุกสรรพสิ่งไม่มีอิสรภาพที่จะเป็นไป!

สิ่งที่เกิดขึ้นกับเราล้วนถูกกำหนดไว้อย่างแน่นอนตายตัวแล้วภายใต้อ้อมกอดแห่งเวลาที่เป็นหนึ่งเดียวหรือเวลาสัมบูรณ์ ซึ่งเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับหลักศาสนา แต่สำหรับผู้แสวงหาความอิสระเสรีนั้นก็รู้สึกไม่ปลื้มนัก

ในช่วง ปีค.ศ. 1880-1910 ความยิ่งใหญ่ของทฤษฎีของนิวตันยังคงที่ปกคลุมสมองของนักวิทยาศาสตร์อย่างแข็งแกร่ง จนทำให้นักฟิสิกส์ชาวอเมริกันนาม อัลเบิร์ต ไมเคิลสัน ได้ถ่ายทอดข้อความของลอร์ดเคลวิน นักฟิสิกส์ผู้ทรงอิทธิพลชาวอังกฤษ ด้วยข้อสังเกตที่ทำให้เขาเสียใจไปตลอดชีวิตคือประโยคที่กล่าวว่า "...สิ่งที่เหลือในโลกฟิสิกส์มีเพียงการเติมจุดทศนิยมหกหลัก.....؟؟?"



Source: <http://www.spacetime-travel.org/tuebingen/tuebingen.html>

รูปที่ 1.9 (ซ้าย) ย่านที่ไอน์สไตน์ทำงานในสำนักงานจดสิทธิบัตร หอนาฬิกาในกรุงเบิร์น สวิตเซอร์แลนด์ หนึ่งในหอนาฬิกาที่สะท้อนถึงความยิ่งใหญ่ของนิวตันตราบเท่าปัจจุบัน , (ขวา) ไอน์สไตน์ผู้ปลดปล่อยเวลาที่เที่ยงแท้ให้มีอิสระที่สามารถบิดให้ช้าหรือเร็วได้





ทฤษฎีที่ขยายขอบเขตออกไปจากกลศาสตร์คลาสสิกของนิวตันนั้น ได้แก่ **ทฤษฎีควอนตัม** และ **ทฤษฎีสัมพัทธภาพ** ลอร์ดเคลวินได้พิจารณาถึงทฤษฎีทั้งคู่ซึ่งได้ขยายขอบเขตออกไปจาก**กลศาสตร์นิวตัน**ในทิศทางที่แตกต่างกัน เพื่อมองหาหนทางที่จะขยายขอบเขตของทฤษฎีอันหนึ่งอันใดให้ครอบคลุมอีกทฤษฎีหนึ่ง แต่ก็ไม่รู้ควรจะเริ่มต้นจากทฤษฎีไหนก่อน **ลอร์ดเคลวิน**จึงได้รำพึงว่า “**ทฤษฎีทั้งสองเป็นเสมือนก้อนเมฆที่มีมิติ**”



**อัลเบิร์ต ไมเคิลสัน** เข้าใจว่า**ลอร์ดเคลวิน**เพียงแต่ต้องการทฤษฎีเดียวที่ถูกต้องเพื่อจะคำนวณผลลัพธ์ต่างๆ ในปัญหาฟิสิกส์ให้แม่นยำมากกว่าที่คำนวณได้จากกลศาสตร์นิวตัน ซึ่งมักจะมีคามแม่นยำได้มากที่สุดอยู่ในระดับ**ทศนิยมตำแหน่งที่ห้า** หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งคือต้องการทฤษฎีเดียวที่มีผลลัพธ์เป็นตัวเลขแม่นยำถึงหรือเกินระดับ**ทศนิยมตำแหน่งที่หก**นั่นเอง

แต่ที่จริงแล้ว**ไมเคิลสัน**กลับเข้าใจความหมายของคำพูดของ**ลอร์ดเคลวิน**ผิด เพราะ**ลอร์ดเคลวิน**ไม่ได้ต้องการทฤษฎีเพียงหนึ่งเดียว แต่เป็นเพราะทฤษฎีทั้งคู่นี้มีพื้นฐานที่เข้ากันไม่ได้ต่างหากเช่น **ทฤษฎีสัมพัทธภาพ**ให้ความสำคัญต่อความเป็นเหตุและผล รวมทั้ง**อัตราเร็ว**ในการถ่ายทอดเหตุไปสู่ผลนั้นจะต้องมีค่าน้อยกว่า**อัตราเร็วแสง** แต่**ทฤษฎีควอนตัม**กลับแสดงความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลที่คลุมเครือมากและเหตุการณ์ยังส่งผลออกไปใน**อัตราเร็วที่มากกว่าอัตราเร็วแสง**อีกด้วย ความแตกต่างกันในระดับพื้นฐานของทั้งสองทฤษฎียังมีมากกว่านี้อีก ซึ่งปัญหาเหล่านี้ต่างหากที่เป็นอุปสรรคในความพยายามของ**ลอร์ดเคลวิน**

แต่อีกต่อมาไม่นานข้อกังวลของ**ลอร์ดเคลวิน**ก็ปรากฏชัดขึ้น ที่ปี ค.ศ. 1905 **ไอน์สไตน์**ได้แสดงให้เห็นว่าทฤษฎีของนิวตันแม้จะยังใช้ได้ดีในกิจกรรมอัตราเร็วต่ำๆทัวๆไปในชีวิตประจำวัน แต่เมื่อความต้องการกิจกรรมที่มีอัตราเร็วสูงขึ้น จากอัตราเร็วของเครื่องบินราว 700 กม./ชม. ไปเป็นดาวเทียมที่ต้องใช้อัตราเร็วราว 14,000 กม./ชม. เวลาที่อยู่บนดาวเทียม





ก็เริ่มเดินช้ากว่าเวลาในศูนย์ควบคุมภาคพื้นดินอย่างเห็นได้ชัดแล้ว หากยังใช้เทคโนโลยีของนิวตันในการ**คำนวณหาตำแหน่ง GPS** ก็จะทำให้การระบุตำแหน่งที่ผิดพลาดสะสม ในระดับ 10 กม./วัน นับจากวันที่เริ่มปล่อยดาวเทียม ซึ่งนำผลลัพธ์มาใช้งานไม่ได้อย่างแน่นอน อย่างไรก็ตามการสั่งยิงจรวดถล่มกันทางการทหารเลย แม้การจับรถตาม **GPS** ไปหาร้านอาหารที่ไม่เคยไปมาก่อน **ภรรยาของท่าน**อาจจะก่อสงครามต่อ**ท่าน**ได้ เพียงเพราะเหตุหาร้านอาหารไม่เจอ

**นิวตันบอกเราว่าชีวิตไม่ได้มีความอิสระเสรี** ทุกอย่างถูกลิขิตไว้แล้ว ทุกอย่างเป็นไปตามท่วงจังหวะที่แน่นอนแห่งเวลาที่เป็นอย่างหนึ่งเดียวกันที่โอบคลุมทุกสรรพสิ่งในเอกภพ

แต่ไอน์สไตน์บอกว่าไม่ใช่เช่นนั้น! ในที่อัตราเร็วต่ำๆคงพออนุโลมได้ แต่เมื่อต้องใช้กิจกรรมที่มี**อัตราเร็วสูงๆ เวลาไม่ใช่สิ่งเที่ยงแท้หรือสัมบูรณ์อีกต่อไป เวลาสามารถที่จะเดินช้าหรือเร็วได้ขึ้นอยู่กับอัตราเร็ว** ถ้าคนผู้นั้นเคลื่อนที่เร็วมากเวลาของเขาก็จะเดินช้าลงกว่าตอนที่เขาเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง เวลาของไอน์สไตน์จึงมีอิสระเสรี แม้ว่าอิสรภาพนั้นจะมี**เพดาน** คือระหว่างการหยุดนิ่งถึงการเคลื่อนด้วย**อัตราเร็วแสง**เท่านั้น แต่ก็มีอิสระมากกว่าเวลาของนิวตันอย่างอึกใจ

นิวตันบอกเราว่า**ชีวิตไม่ได้มีความอิสระเสรี** แต่ไอน์สไตน์**คืนอิสระเสรี**ให้กับทุกคน แม้ทุกสรรพสิ่งในเอกภพจะมี**เพดาน**เพียงแต่ต้องใช้ชีวิตด้วยการ**เคลื่อนที่ได้เร็วสูงสุดเท่าแสง**เท่านั้น แต่มันก็มากมายมหาศาลจนใช้กันไม่หวาดไม่ไหวแล้ว หากใครต้องการอิสรภาพมากกว่านั้น ประตูดึงที่ต้องไปทำความเข้าใจกันต่อไปคือ**ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม**

ภาพหอนาฬิกาที่ตั้งตระหง่านกลางจัตุรัสเมืองใหญ่ต่างๆในทวีปยุโรป ดังรูปที่ 1.9 (ซ้าย) นั้น เปรียบเหมือนยักษ์ใหญ่นิวตันที่ยืนตระหง่านเฝ้าคอยกำหนดชะตาชีวิตของผู้คน บัดนี้ไอน์สไตน์ได้บิดมันจนเป็นดังรูปที่ 1.9 (ขวา) จะบิดไปยังกว่านี้ก็ได้หรือจะบิดกลับมาเป็นดังเดิมก็ได้ ภาพของ





เวลาบดงอนี้คุณจะมีมองเห็นได้ก็ต่อเมื่อ คุณเข้าใจในหลักทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษแล้วเท่านั้น และเมื่อเราเข้าใจ ก็เท่ากับการได้รับอิสรภาพขั้นสูงเหนือกว่ามวลมนุษยทั้งมวลที่ไม่เข้าใจหรือไม่เคยศึกษาเลย เรา**ไม่ต้อง**เสีย**เวลา**จาก**หอนาฬิกา**เหล่านั้นอีกแล้ว เรามีอิสระในการกำหนดหรือควบคุมเวลาของเราได้เอง โดยไม่ต้องขึ้นกับเวลาส่วนกลางอีกต่อไป หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เราสามารถทำการ**ย่นย่อเวลา**ได้อย่างอิสระ ด้วยตัวของเราเองอย่างแท้จริงภายใต้อัตราเร็วที่ต่ำกว่าอัตราเร็วแสง



### ใช้ทฤษฎีแห่ง 3 เกะรอย

ผลพวงที่กลั่นออกจากสมองไอน์สไตน์เป็นปรากฏการณ์ที่แสนอัศจรรย์ น่าตื่นตา ตระการใจยิ่งนัก เพราะเหตุที่นั่นนั่นเองจึงทำให้ไอน์สไตน์กลายเป็นคนโด่งดังกระฉ่อนโลกมาตราบเท่าทุกวันนี้ แต่การทำความเข้าใจทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์นั้นไม่ใช่เรื่องง่ายนัก ผมจึงต้องใช้**เครื่องมือพิเศษชนิดหนึ่ง**ช่วยเหลือในการทำความเข้าใจ ซึ่งเป็นเครื่องมือเฉพาะตัวของผมเอง ที่ชื่อว่า**ทฤษฎีแห่ง 3** ซึ่งถือเป็น**หลักสัจพจน์**หลักหนึ่ง และมีความหมายว่า**ทุกสรรพสิ่งที่มี 2 สถานะย่อมมีสถานะที่ 3 ที่เป็นส่วน**

**ผสมจากสองสถานะแรกเสมอ** เช่น

ซ้ายบวก - ซ้ายลบ - ซ้ายกลาง

ร้อน - เย็น - อุ่น

ด้านหัว - ด้านก้อย - ด้านขอบเหรียญ

ขยายตัว - หดตัว - คงตัว

มืด - สว่าง - สลัว

ดี - ชั่ว - ไม่ดีไม่ชั่ว,ดีชั่วชั่วๆ เป็นต้น

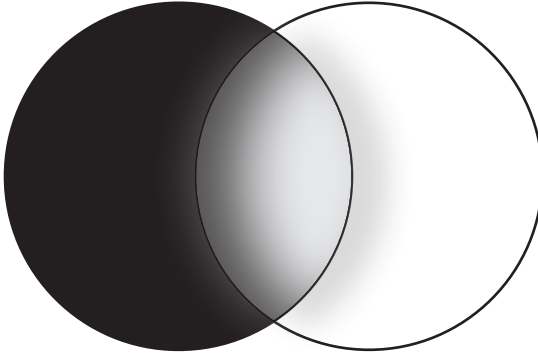


ผมเข้าถึง**หลักแห่ง 3** ในขณะที่เรียน**วิชาปรัชญา**ทั่วไปช่วง ป.ตรี ผมได้พัฒนาและทดสอบ**หลักแห่ง 3** มากมายทั้งจากชีวิตจริงและเปรียบเทียบจากการศึกษาประสบการณ์ของผู้รู้อื่นๆในโลกเป็นเวลาร่วม 20 ปี ซึ่งทำให้





ผมเชื่อสนิทใจว่า คำถามหนึ่งๆ จะมีคำตอบที่เป็นไปได้ อย่างน้อย 3 แนวทางใหญ่ๆเสมอ รวมทั้งทำให้เรามองเห็นคำตอบหลากหลายมิติ ความชัดเจนจึงมีมากกว่าคำตอบที่มาจากแง่มุมเดียว (คงจะได้เขียนถึงทฤษฎีแห่ง 3 นี้อย่างละเอียด ในหนังสือโอกาสต่อไปครับ)



รูปที่ 1.10 แบบจำลอง ทฤษฎีแห่ง 3 แสดงให้เห็นว่าความสลับซับซ้อนใดๆของสรรพสิ่ง เกิดจากพื้นฐานที่เป็นแก่นแท้ๆเพียง 3 ส่วนเสมอ

ตัวอย่างเช่น คำถามว่า “**มนุษย์คืออะไร?**”

คำตอบในแง่มุมที่ 1 : **มนุษย์**แท้จริงแล้วคือ**สสาร**(หมายถึงสิ่งที่ครองที่ครองเวลาและไม่สามารถแยกออกได้อีก)ที่ยึดโยงกัน

คำตอบในแง่มุมที่ 2 (ในแง่มุมตรงข้าม) : **มนุษย์**แท้จริงแล้วคือ**สสาร**ที่อยู่ภายใต้ลิขิตของ**ออสสาร**(หมายถึงสิ่งที่ไม่ครองที่ครองเวลา)

คำตอบแบบแง่มุมที่ 3 (เป็นแง่มุมที่ผสมระหว่าง 1 กับ 2 ) : **มนุษย์**แท้จริงแล้วคือ**สิ่งใหม่** เมื่อมีการประกอบยึดโยงกันเป็น**มนุษย์**แล้ว **มนุษย์**ไม่ใช่**สสาร**หรือไม่ใช่**ออสสาร**อีกต่อไป **มนุษย์**คือ**สิ่งใหม่**มี**คุณสมบัติ**ใหม่ที่เป็นตัวของตัวเอง ซึ่งไม่เหมือนกับ**คุณสมบัติ**ของ**สสาร**หรือ**ออสสาร**ใดๆ





ตอนสุดท้ายในการเจาะลึกทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ ต้องพบกับทางตันผมได้เสนอให้ **ทฤษฎีแห่ง 3** เป็น **หลักสัจพจน์ข้อที่ 3** ซึ่ง **หลักธรรมชาติสำคัญ**นี้เป็นรากฐานให้กับ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของ** **ตรรกะธีรยาร** ไปรอดติดตามดูรายละเอียดในบทที่ 8



ผมใช้**หลักสัจพจน์ข้อที่ 3** หรือ**ทฤษฎีแห่ง 3** ในการแกะรอย**ทฤษฎี** **สัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์** พร้อมกันนั้นก็พยายามย่อข้อมูลให้มันง่ายขึ้นแล้วนำมาร้อยเรียงกันใหม่เป็น**สายพานข้อมูล**ที่มีการเชื่อมโยงต่อเนื่องเพื่อทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ผมแกะรอยย้อนเข้าไปจนถึงจุดเริ่มต้นที่เป็นแก่นแท้ในการก่อกำเนิดและพัฒนาการต่างๆ แกะรอยเข้าออกอกใน**จนมาถึงจุดๆหนึ่งที่ว่าแสงมีอัตราเร็วคงที่เสมอ** ไม่ว่าแหล่งกำเนิดแสงจะเคลื่อนที่ไปมาอย่างไรก็ตาม เราจะวัดอัตราเร็วของแสงได้คงที่เสมอ ไม่ว่าเราจะยืนวัด , วิ่งวัดหรือถอยหลังวัด ก็ยังคงวัดอัตราเร็วแสงได้ประมาณ 300,000 กม./วินาทีเสมอ

ผมเริ่มใช้**ทฤษฎีแห่ง 3** ตั้งคำถามกับสิ่งที่น่าสงสัยตรงๆ ว่า**กลไกอะไรทำให้เกิดปรากฏการแสงมีอัตราเร็วคงที่เช่นนี้** แล้วก็พยายามค้นคว้าเสาะหาคำตอบจากทั่วโลก โดยการอ่านหนังสือต่างๆทั้งไทยและเทศมากที่สุดเท่าที่จะหาได้ก็แล้ว ทั้งหาในกูเกิ้ล ( google ) ก็แล้ว ถึงจะค้นคว้าอย่างไรก็ยังไม่มียี่แวนจะว่ามีใครที่จะอธิบายเรื่องกลไกที่ทำให้อัตราเร็วแสงคงที่ได้ด้วยเหตุใด จะมีก็เพียงแต่ผลการทดลองที่ยืนยันว่าเป็นเช่นนั้นจริงเท่านั้น แต่ในการทดลองก็ไม่มีใครอธิบายกลไกเหล่านั้นไว้เลย

ความจริงก็คือ**อัตราเร็วแสงคงที่**นั้นเป็น**สัจพจน์ข้อที่ 2** ของ**ไอน์สไตน์** ซึ่ง**สัจพจน์**หมายถึงสิ่งที่ยอมรับหรือตกลงว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ ดังนั้นถึงจะผ่านไปอีกหลายล้านปี**สัจพจน์**ก็จะเป็นเช่นนั้นต่อไป การพิสูจน์**สัจพจน์**นั้นไม่ใช่เรื่องง่ายหรืออาจจะทำไม่ได้เลย แม้ว่าจะต้องกล้าก๊ากับความกระสันต์ใครรู้ถึงเพียงใดก็ตาม เราจึงทำได้เพียง**ยอมรับยอมรับ**ว่ามันก็เป็นเช่นนั้นแล เท่านั้นเอง





แต่ผมยังไม่ยอมแพ้ แม้ขณะนี้ผมจะรู้ว่ายังไม่มีใครหรือทฤษฎีใดสามารถพิสูจน์หรืออธิบายได้ว่าโลกที่ทำให้แสงมีอัตราเร็วคงที่นั้นเป็นอย่างไร ก็ไม่เป็นไรผมคิดว่าคงพอใช้วิธีอุปมาอุปไมยเปรียบเปรยด้วยรูปภาพที่พอเทียบเคียงได้ว่าแสงมีอัตราเร็วคงที่นั้นประมาณไหน เพื่อให้ท่านพอจะมีโนภาพได้ แม้จะเพียงลางๆก็ยังดีกว่ามืดตึ๋นไปหมด กับสิ่งที่จินตนาการได้ยากมากทุกอย่างเช่นแสงมีอัตราเร็วคงที่นี้ ทั้งหมดแสดงไว้ในบทที่ 4

การเข้าใจและมีโนภาพได้ว่าแสงมีอัตราเร็วคงที่ เป็นสิ่งสำคัญระดับสูงสุดในการทำความเข้าใจทฤษฎีของไอน์สไตน์ มันเป็นตัวต่อตัวสำคัญที่เชื่อมโยงทุกอย่างในทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ ถ้าท่านไม่มีความเข้าใจเรื่องนี้ตั้งแต่ต้น ท่านจะไม่สามารถเข้าใจทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษได้อย่างสนิทใจ และจะมีหลายแง่คิดที่ผุดขึ้นมาหลอกลอนท่านอย่างมีรู้อคลาย



## 1.2 พบปัญหาที่ไร้ทางออก แห่ง ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ

ในบางส่วนของทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ยังสร้างความคลางแคลงใจและความไม่มั่นใจให้กับผมเหลือคณานับในข้อขัดแย้งของเวลา (Time Paradox) เช่นเรื่องแฝดปฏิทรรศน์ (Twin Paradox) ว่าทำไมถึงยังไม่มีสมมติฐานที่ชัดเจนพอสำหรับยืนยันว่าข้อขัดแย้งของเวลานั้นจะไม่เกิดขึ้นจริง หรืออีกนัยหนึ่งเพื่อเป็นการยืนยันว่าทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษเป็นทฤษฎีที่ใช้ได้อย่างสอดคล้องกับความเป็นจริง ไม่ได้เป็นทฤษฎีที่ให้เพียงภาพลวงตาหรือก่อความหวาดระแวงให้กับผมหรือผู้สนใจศึกษาอีกหลายต่อหลายคนที่กำลังวลใจกับปัญหาข้อขัดแย้งของเวลานี้ทุกคราไปเมื่อได้จรดตาจรดใจศึกษา

ในส่วนคำตอบของนักวิทยาศาสตร์หลายๆท่านที่เขียนเพื่ออธิบายปัญหานี้ได้ให้เหตุผลในการทำงานเดียวกันว่า การยืดของเวลานั้นเกิดขึ้นจริง





เฉพาะกับผู้ที่ เป็นฝ่ายเคลื่อนที่เท่านั้น ในตัวอย่างนี้คือเกิดขึ้นกับฝ่าย**แฝดที่**  
**ผู้อยู่บนยานเท่านั้น**เพราะเป็นฝ่าย**ตระหนัก**รู้ว่าตนเองเคลื่อนที่จาก  
**ความเร่ง**ที่กระทำกับร่างกายในขณะที่เลี้ยวกลับ ส่วน**แฝดน้อง**ผู้อยู่หนึ่งบนโลก  
ไม่เกิดการ**ช้าลง**ของเวลา



สำหรับผมถือว่าเป็นเหตุผลที่พอเข้าใจได้ แต่ก็เป็นความเข้าใจแบบ  
สัมผัสคือเข้าใจระคนไม่เข้าใจอยู่ดี เมื่อความเข้าใจแบบสัมผัสนี้แกว่ง  
ไกวไปมาในวงศานานวันเข้า ในข้อกังวลของผมที่มองว่าการใช้**ทฤษฎีสัมพัทธ**  
**ภาพทั่วไป(ความเร่ง)**มาอธิบาย**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**นั้น เท่ากับเป็นการ  
ลาดน้ำมันลงบนไฟแห่งความคลางแคลงใจ ความจริงคือว่า**ความเร่ง**ที่เกิด  
ขึ้นในกรอบหนึ่งก็ย่อมเกิดขึ้นในอีกกรอบได้เช่นกัน ดังนั้น**ความเร่ง**จึงไม่น่า  
จะยุติข้อคลางแคลงใจนี้ได้ แต่ที่น่าเศร้าใจยิ่งกว่านั้นคือ ทำไม?ต้องใช้  
**ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป**มาอธิบาย**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ** ด้วยเล่า...?

ทำไมไม่ใช้**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**อธิบายตัวมันเอง?

ปมปัญหาทั้งหมดที่กล่าวมานี้ ส่งผลกระทบต่อผมให้เกิดความ  
กังวลใจและความไม่เชื่อมั่นค้างคาในหัวใจลึกๆ เพราะ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพ**  
**พิเศษที่เป็นพื้นฐานสำคัญ**ให้กับ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป**และ**ทฤษฎีกล**  
**ศาสตร์ควอนตัม**ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นเครื่องยนต์หลักในการขับเคลื่อนโลก  
อยู่ในขณะนี้ ถ้าหากเราไม่มั่นใจต่อทฤษฎีที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานแล้ว  
หละก้อ จะให้เชื่อมั่นกับทฤษฎีถัดไปได้โดยสนิทใจอย่างไรว่ามันจะทำงาน  
ได้ตามที่คาดหวัง ถ้าผมต้องใช้ทฤษฎีเหล่านั้นผมต้องมั่นใจก่อนว่า**ทฤษฎี**  
**สัมพัทธภาพพิเศษเป็นจริง**

ผมใช้ความพยายามอย่างหนักหน่วง เพื่อเสาะแสวงหาข้อมูลจากนัก  
ฟิสิกส์ผู้เชี่ยวชาญและบทความหลายชิ้นทั้งไทยและเทศ แต่ในที่สุดก็คว้าน้ำ  
เหลวยังไม่พบคำอธิบายใหม่ๆที่จะสามารถปิดเป้าความคลางแคลงใจให้  
หายไปได้โดยพลิตั้ง เมื่ออับจนหนทางและผมยังจำเป็นต้องใช้**ทฤษฎี**  
**สัมพัทธภาพพิเศษ**เพื่อยืนยันทฤษฎีอื่นๆต่อไป ผมก็ต้องหาทางพิสูจน์ทราบ  
อย่างชัดเจนและมั่นใจให้ได้ว่า **ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**นั้นให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง





ต้องจริงจนวางใจได้

เมื่อผมไม่มีทางเลือกอะไร จึงได้กลับเข้าไปรื้อ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ออกเป็นชิ้นเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อดูโลกทีละชิ้นๆ และจะทำได้ความเข้าใจกับความเชื่อมโยงทั้งหมดทั้งในภาพรวมและภาพย่อยให้มันชัดเจนอีกที จนเป็นที่มาของการกำเนิดหนังสือเล่มนี้ ซึ่งกลไกต่างๆ ได้ปรากฏอยู่ในแต่ละบทนั่นเอง

แต่ภายหลังจากที่ผมนำปัญหานี้เข้าเรียนต่อ **ท่านศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย โภโคยอุดม** ราวต้น ปีพ.ศ. 2558 **ท่านศาสตราจารย์สิทธิชัย** ก็เห็นด้วยว่า**ปัญหาเหล่านี้มีมูล** ท่านจึงเริ่มลงมือค้นหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาหาดังกล่าวอย่างจริงจัง เริ่มด้วยการอธิบาย**ปรากฏการณ์แฝดปฏิทรรศน์** ด้วยตัว**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**เอง

หลังจาก**ท่านศาสตราจารย์สิทธิชัย**ขบคิดหาหนทางอย่างหนักหน่วงอยู่หลายเดือน ผมโชคดีครับที่มีโอกาสได้เฝ้าติดตามการทำงานของ ท่านเป็นระยะๆ จนกระทั่งล่วงเลยมาถึงช่วงเดือนกันยายนของ ปีพ.ศ. 2558 เริ่มมีสัญญาณดีดๆ ขึ้นจนในที่สุด **ท่านศาสตราจารย์สิทธิชัย** ก็หาหนทางในการอธิบายปัญหานี้ได้สำเร็จ

เนื้อหาการอธิบาย**ปรากฏการณ์แฝดปฏิทรรศน์**ด้วยตัว**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**เองนั้น อยู่ในหนังสือ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์เบื้องต้น ฉบับพิมพ์เพิ่มเนื้อหาและไขความลับจักรวาล** , สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร , ตุลาคม 2558 ซึ่งท่านปรับปรุงจากหนังสือเล่มเดิมที่พิมพ์เมื่อ , ธันวาคม 2553

นี่เป็นหนังสือที่สามารถอธิบาย**ปรากฏการณ์แฝดปฏิทรรศน์**ด้วยตัว**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**เอง

ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าตื่นเต้นชวนระทึกใจ น่าชื่นชมและน่ายกย่องมากครับ ผมพอใจมากที่ปัญหานี้ถูกคลี่คลาย ทำให้ผมมีหนทางเดินต่อไป ใน**ป่าสัมพัทธภาพพิเศษ**แห่งนี้ โดยไม่ต้องพะว้าพะวังล้งเลสงสัยสารพัดสารเพ





และมันส่งผลให้ผม**รื้อกลไก**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยได้ละเอียดยิ่งขึ้นเข้าไปอีก



### 1.3 ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธิริยากร

ในกองกลไกเหล่านั้น ผมสังเกตเห็นปัญหาที่แสนลึกลับและมีขนาดเล็กจิ๋วซ่อนเร้นอยู่ ผมเคยพยายามจัดเรียงและหาทางแก้ไขปัญหาที่แสนลึกลับดังกล่าวอยู่ก่อนนั้นอย่างยาวนานหลายปีแต่ปัญหานี้ใหญ่โตจนทำให้ผมรู้สึกประหวั่นพรั่นพรึงใจยิ่งนัก จนในที่สุดใ 3-4 ปีสุดท้ายผมได้ตัดสินใจปรึกษา **ดร.จิตกร ผลโยธ** นักฟิสิกส์ชาวไทย ให้ท่านช่วยตรวจสอบ**ทฤษฎี**ผมได้รับคำชี้แนะที่ดีจนพัฒนา**ทฤษฎี**ได้เป็นที่พอใจ

**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธิริยากร**นี้ใช้แก้ปัญหาด้าน**ผลลัพธ์**ของเวลาสำหรับปรากฏการณ์การณ์เชิง**สัมพัทธภาพพิเศษ**ได้ทุกแง่มุม ที่**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ของไอน์สไตน์ไม่สามารถทำได้

**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธิริยากร** ยังสนับสนุนแนวคิดของ **ท่านศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม** ในบทที่ 7 คือ การทำนายปรากฏการณ์ทาง**สัมพัทธภาพพิเศษ**ด้วยตัว**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**เอง **ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธิริยากร**ให้คำทำนายที่น่าสนใจแตกต่างจาก**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ของไอน์สไตน์ ัว้ 2 ประเด็นหลัก ดังนี้



- 1 ประเด็น การช้าลงของเวลา เกิดขึ้นทั้ง 2 กรอบ ในขณะเดียวกัน
- 2 ประเด็น การหดสั้นของระยะทาง “ไม่ได้” เกิดขึ้นจริง

ซึ่งทั้ง 2 ประเด็นนี้ เป็นการยืนยันเช่นเดียวกันว่า เราสามารถทำนายปรากฏการณ์ทาง**สัมพัทธภาพพิเศษ**ด้วยตัว**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**เองเช่นเดียวกัน





## 1.4 จุดประสงค์ของหนังสือเล่มนี้

หนังสือเล่มนี้เป็นการเขียนถึงทฤษฎีพิสิกส์ที่มีสไตล์เฉพาะตัว และเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะเข้าสู่ความเข้าใจในทฤษฎีสัมพันธภาพพิเศษเบื้องต้น เพราะการความเข้าใจในเบื้องต้นอย่างแตกฉานนั้นแสนคุ้มค่าและมีประโยชน์ยิ่งนัก ทฤษฎีสัมพันธภาพพิเศษเป็นทฤษฎีที่คั่นกลางระหว่างทฤษฎีขั้นสูงอื่นๆ เป็นทฤษฎีที่คั่นกลางระหว่างโลกที่เราสัมผัสได้กับโลกที่สัมผัสไม่ได้และโลกที่สัมผัสไม่ได้หรือสัมผัสได้ยากนี้มีความวิจิตรพิสดารเหนือกว่าประสบการณ์ที่เราเคยรู้จักมา มีความน่าอัศจรรย์อีกมากมายเหลือคณานับที่เผื่อรอคอยให้ผู้คนได้ค้นพบ ท่านจะได้พบกับแรงบันดาลใจและหนทางที่จะก้าวไปข้างหน้าของมวลมนุษยชาติอย่างอเนกอนันต์ไร้ที่สิ้นสุด

จุดประสงค์หลักในการเขียนหนังสือเล่มนี้

1 หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก **ใน ส่วนที่ 1** นี้สำหรับผู้อ่านทั่วไปที่มีพื้นฐานด้านพิสิกส์ไม่มากนักหรือไม่มีเลย ได้มีโอกาสเข้าถึง เข้าใจ ทฤษฎีที่แสนงดงามและทรงคุณค่านี้ได้อย่างไม่ยากเย็นนัก

โดยเน้นการเขียนให้อ่านง่าย , กระชับ , เขียนแบบเชิงประจักษ์ ในแต่ละบทจะสร้างความกระจ่างชัดแตกฉาน มีเกร็ดเล็กเกร็ดน้อยเพื่อเสริมให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

ผมจะพยายามจะเปลี่ยน **สมการที่ชวนปวดเศียรเวียนเกล้า** ไปเป็น **รูปภาพง่ายๆ** ให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อให้ท่านผู้อ่านทั่วไปที่ไม่มีความรู้ทางพิสิกส์เลย-ขึ้นไป ได้เข้าถึงทฤษฎีที่แสนอัศจรรย์นี้ให้ลึกซึ้งที่สุดเท่าที่ท่านต้องการ

ใช้ภาพอธิบายประกอบกับสมการ ซึ่งผมจะใช้สมการเท่าที่จำเป็นเท่านั้น หรือไม่ก็เป็นสมการที่สรุปมาเป็นสูตรสั้นๆเรียบร้อยแล้ว สมการที่ปรากฏในแต่ละบท จะเป็นสมการที่มีรูปแบบง่ายๆที่ท่านพอจะเข้าใจได้





หากท่านบวก-ลบ-คูณ-หารได้เป็นอย่างดี ในบางส่วนของเนื้อหา จะมีตัวช่วยหรือมีจุดมาร์คเล็กๆน้อยๆเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความเข้าใจของท่าน

**ในส่วนที่ 2 ของหนังสือ** เป็นส่วนที่แสดงที่มาของสมการอย่างละเอียด ผู้ที่สนใจสามารถเข้าไปเจาะลึกได้อย่างไม่ยากเย็นนัก



2 นำเสนอ **ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธิริยาการ** ที่ทำให้ **ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ** มีความครบถ้วนสมบูรณ์และงดงามที่สุดเท่าที่ทฤษฎีควรจะเป็น **ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธิริยาการ** นี้สามารถจัดข้อชวนฉงนสงสัยทั้งหลายใน **ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์** ให้หายไปอย่างเป็นปลิดทิ้ง หนังสือเล่มนี้จะให้ความเข้าใจต่อทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษอย่างครบถ้วนทุกแง่มุม และสร้างความมั่นใจเมื่อต้องนำทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษไปประยุกต์ใช้งานในวงกว้างต่อไป

**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธิริยาการ** นี้ หากถูกทดสอบแล้วว่าสอดคล้องกับความเป็นจริงหรือได้รับการยอมรับอย่างทั่วไปแล้ว ก็จะส่งผลให้เกิด**สมการใหม่**ในทุกๆเรื่องที่ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษครอบคลุม เช่น

การยืดของเวลา,

การหดสั้นของความยาว,

การเพิ่มขึ้นของมวล,

$$E = mc^2,$$

สมการคำนวณ GPS

และทฤษฎีฟิสิกส์ขั้นสูงอื่นๆอีกมากมาย



แต่อย่างไรก็ตามยังต้องการการทดสอบยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญและผู้เกี่ยวข้องทั้งในวงการนักฟิสิกส์ทฤษฎีและนักฟิสิกส์ประยุกต์อีกมากมายหลายขั้นตอน ซึ่งผมหวังว่าหลังจากหนังสือเล่มนี้กระจายออกไปสู่สังคมแล้วจะส่งผลให้เกิดแรงกระเพื่อมที่เป็นตัวจุดประกายในทางที่ดีต่อโลก,สังคมและแวดวงวิทยาศาสตร์ต่อไป





## 1.5 เนื้อหาของหนังสือเล่มนี้

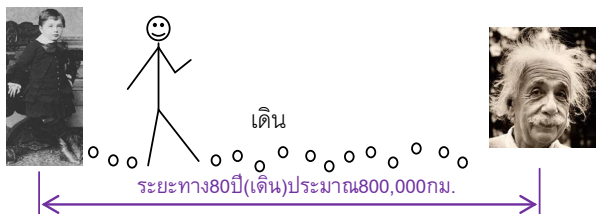
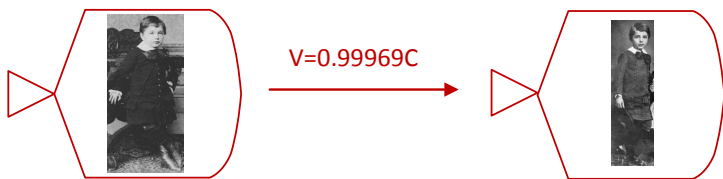
เนื้อหาทฤษฎีสัมพันธภาพพิเศษในหนังสือเล่มนี้มี 8 บทหลัก(อยู่ในส่วนที่ 1 ) ในแต่ละบทเนื้อหามีรายละเอียดครบทุกด้าน เพราะทฤษฎีสัมพันธภาพพิเศษเป็นเรื่องราวที่ไม่ได้เกิดขึ้นแบบตรงไปตรงมา เราไม่สามารถมองเห็นได้ทั้งในชีวิตจริงหรือการทดลอง จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้จินตนาการเป็นส่วนใหญ่ในการหยั่งรู้เข้าใจ โดยตัวอย่างต่างๆส่วนใหญ่ในหนังสือเป็นการทดลองเชิงความคิด ทำให้ต้องหยุดจินตนาการอยู่ร่ำไปในขณะทำความเข้าใจ และเพื่อลดความปวดเคียรเวียนเกล้าจากการจินตนาการดังกล่าว ผมจึงพยายามเขียนภาพในจินตนาการของเนื้อหาเหล่านั้นออกมาเป็นภาพในกระดาษให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อที่จะช่วยสร้างความเข้าใจได้ด้วยสามัญสำนึกง่ายๆ ถึงกระนั้นก็ตามหะอะทฤษฎีสัมพันธภาพพิเศษก็ยังมีจุดชวนงงวยอีกจุดคือปัญหาของมุมมอง เพราะเราต้องมองกลับไปกลับมาใน 2 กรอบอ้างอิง ซึ่งต้องคิดกลับไปกลับมาจนอาจปะทะกับความงงงวยได้ง่ายๆ เนื้อหาของหนังสือทั้งหมดแยกออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

### ส่วนที่ 1

เป็นเนื้อหา แบบอ่านง่าย สำหรับบุคคลทั่วไป ที่ถือว่าไม่มีพื้นฐานคณิต-ฟิสิกส์เลยขึ้นไป มีเนื้อหาทั้ง 8 บทหลัก โดยสังเขปมีดังนี้

บทที่ 1 : ภาพรวมของหนังสือ ก็คือบทที่ท่านกำลังอ่านอยู่ในขณะนี้ ที่จริงภาพรวมนั้นมีความสำคัญมาก เพราะการทำความเข้าใจเรื่องราวใดๆ ก็ตาม หากเราเข้าใจในภาพรวมก่อนแล้วจะทำให้เราเข้าใจภาพย่อยลงไปได้รวดเร็วขึ้น ขณะเดียวกันหากเราเข้าใจในภาพย่อยดีแล้วก็จะทำให้เราเข้าใจภาพรวมได้ดีขึ้น กล่าวถึงการเขียนหนังสือเล่มนี้มีลักษณะลักษณะเฉพาะตัว กล่าวคือเนื้อหาที่ถูกเขียนออกมา เกิดจากการใช้ทฤษฎีแห่ง 3 ในการวิเคราะห์แกระรอยทฤษฎีสัมพันธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ ให้ออกมาในรูปแบบที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นธรรมชาติ





รูปที่ 1.10 หากคุณอายุ 5 ขวบออกเดินวันละ 8 ชม.ไปเป็นเวลา 80 ปีสภาพสังขารคุณที่อายุ 85 ปี คงราวๆนี้ แต่หากฝาแฝดของคุณอีกคนเดินทางด้วยยานที่มีอัตราเร็วใกล้เคียงแสง(  $0.99969c$  ) เมื่อถึงระยะทางเท่ากันเขาจะมีอายุเพียง 7 ขวบครึ่ง (นี่คือผลลัพธ์ของ“สัมพัทธภาพพิเศษ”)

ความเชื่อมโยงนี้นำไปสู่ต้นตอที่ก่อกำเนิดทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของ ไอน์สไตน์ ต้นตอนั้นคือ**หลักสัจพจน์ของไอน์สไตน์** โดยสัจพจน์ข้อที่ 1 คือ **หลักสัมพัทธภาพ** และ สัจพจน์ข้อที่ 2 คือ**แสงมีอัตราเร็วคงที่ในสุญญากาศ**



**บทที่ 2 : สัจพจน์ข้อที่ 1 หลักสัมพัทธภาพ** เป็นการเจาะลึกหลัก สัมพัทธภาพที่มีที่มาจากดวงดาวบนฟากฟ้า ผมเขียนถึงมุมมองที่มนุษย์เริ่ม แหงนหน้ามองขึ้นไปบนฟากฟ้า ตั้งแต่ยุค 7 ล้านปีก่อน จนกระทั่งถึงยุค ของ**ท่านกาลิเลโอบิดาแห่งวิทยาศาสตร์** การมองเห็นไปบนฟากฟ้าและ จินตนาการถึงสิ่งที่อยู่บนนั้น ก่อให้เกิด**ความรู้**มากมายที่มนุษย์บอกเล่า บันทึก ส่งต่อกันมารุ่นแล้วรุ่นเล่า จนตกผลึกกลั่นตัวเป็น**หลักสัมพัทธภาพ ของกาลิเลโอ** และหลักนี้ยังคงถูกใช้ต่อมาโดย**ไอน์สไตน์** และถูกใช้ต่อมาจวบ จนทุกวันนี้

**หลักสัมพัทธภาพของกาลิเลโอ** นับเป็น**หลักความจริงของธรรมชาติ**ที่น่าสนใจและมีบทบาทอย่างมากต่อวงการฟิสิกส์ กฎใดที่**ไม่สอดคล้อง** กับหลักสัมพัทธภาพของกาลิเลโอ**กฎนั้นจะไม่เป็นจริง**





**บทที่ 3 : ประวัติย่อ การวัดอัตราเร็วแสง** การวัดอัตราเร็วแสงนำเราไปสู่ประตูแห่งความมหัศจรรย์ของธรรมชาติ ผลการทดลองอย่างต่อเนื่องยาวนานนับร้อยๆปี ทำให้ไอน์สไตน์ค้นพบว่า**แสงมีอัตราเร็วคงที่**

พัฒนาการของการทดลองวัดอัตราเร็วของแสง มีการเชื่อมโยงกันและมีแง่มุมที่น่าสนใจหลายประการ ที่เป็น**พื้นฐาน**ให้ท่านใช้ทำความเข้าใจ**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ได้ดีขึ้น

**บทที่ 4 : สัมผัส สัจพจน์ข้อที่ 2 อัตราเร็วแสงคงที่ได้ได้อย่างไร** เป็นการเจาะลึกอัตราเร็วแสงคงที่ได้ได้อย่างไร เพราะยังไม่มีใครพูดถึง**กลไก**ที่แสดงว่าอัตราเร็วแสงคงที่ได้ได้อย่างไร? หนังสือทุกเล่มที่เขียนถึง**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ในฉบับภาษาไทยผมไม่เคยเห็นเล่มไหนเขียนถึง**กลไก**ตัวนี้เลย ทั้งที่มันเป็น**ตัวเชื่อมโยง**ที่สำคัญในการทำความเข้าใจในทฤษฎี

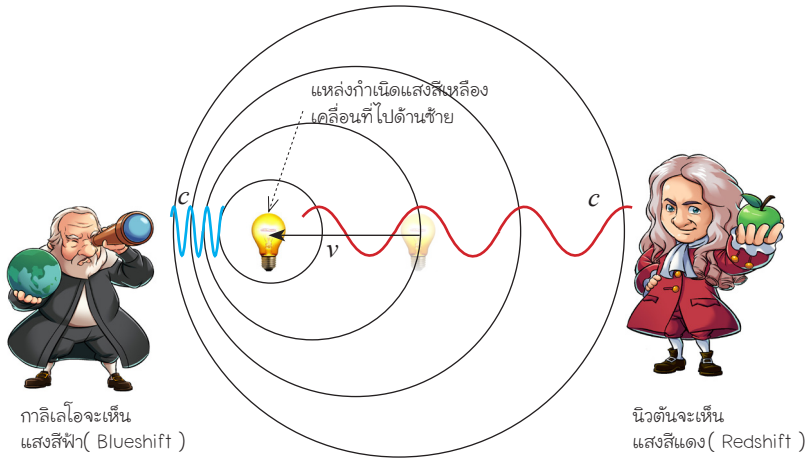
สำหรับผู้สนใจทั่วไปหรือเหล่านักวิทยาศาสตร์นิยมทั้งหลาย หากปราศจากการเข้าใจตัวเชื่อมโยงนี้ ความเข้าใจในทฤษฎีนี้ก็เหมือน**การลอยเรือ**อยู่กลางทะเล โดยปราศจากเครื่องมือใดๆใช้บังคับให้เรือไปตามทิศทางที่เราต้องการ เมื่อจะต้องนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้งานใดๆ โดยไม่รู้ที่มาที่ไปอย่างชัดเจนนั้น ถือเป็นเรื่องสும்เสี่ยงมาก

**อัตราเร็วแสงคงที่ได้อย่างไร**นั้นยังเป็น**เรื่องลึกลับ**ที่ยังไม่มีใครอธิบายได้หรืออาจจะไม่มีใครอธิบายได้เลย และมันก็เป็น**ความจริงของธรรมชาติ**หลักหนึ่งไอน์สไตน์จึงกำหนดให้**หลักสัจพจน์**

แต่ไม่เป็นไรครับ แม้จะไม่สามารถหาทฤษฎีอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ ในบทนี้ผมก็ยังอุตส่าห์ เสาะหาวิธีการเพื่อ**อุปมาอุปมัย**ให้ท่านพอจะจินตนาการได้ว่า**อัตราเร็วแสงคงที่ได้ได้อย่างไร**

เมื่อท่านพอมีความเข้าใจว่า**อัตราเร็วแสงคงที่ได้อย่างไร**แล้ว จะนำไปสู่การพิสูจน์สมการต่างๆใน**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ**ต่อไป





รูปที่ 1.11 แหล่งกำเนิดแสงเคลื่อนที่ไปด้านซ้าย ผู้สังเกตที่อยู่ด้านหน้าและด้านหลังจะวัดอัตราเร็วแสงได้เท่ากัน(วัดแสงได้อัตราเร็วคงที่ =  $c$ ) แต่วัดความถี่( $f$ )กับความยาวคลื่น( $\lambda$ ) ของแสงได้ต่างกัน นี่คือกลไกที่ทำให้แสงมีอัตราเร็วคงที่

**บทที่ 5 : ส่วนที่ไอน์สไตน์กล่าวถึง ในบทความทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ** เจาะลึกเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องทำให้เกิดการยึดตัวของเวลา ไขข้อสงสัยว่ามันเป็นเรื่องจริงหรือเรื่องหลอก เมื่อเราเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วทำให้เราอ่อนเยาว์ลงได้จริงหรือ? หนังสือบางเล่มก็บอกว่า“จริง” บางเล่มก็บอกว่า“หลอก” บางเล่มก็บอกว่า“ไม่แน่ใจ” ในตอนแรกผมเองยังคิดว่าเป็นเรื่อง“หลอก” แน่แน่นอนเลย เพราะมีข้อขัดแย้ง(Paradox) แต่เมื่อค่อยๆไล่เรียงดูแล้ว ผมขอฟันธงเลยว่า “เป็นเรื่องจริง” พร้อมมีข้ออธิบายแสดงในช่วงท้ายบทที่ไม่ขัดกับกฎฟิสิกส์ใดๆเลย การยืดของเวลาจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วที่มากหรือน้อย หัวใจสำคัญของบทนี้คือเวลาของแต่ละคนไม่เท่ากันและเวลาเปลี่ยนแล้วเปลี่ยนเลยไม่หวั่นคืน





<http://www.pngmart.com>, [http://www.fnal.gov/pub/today/archive/archive\\_2014/today14-03-21.html](http://www.fnal.gov/pub/today/archive/archive_2014/today14-03-21.html)

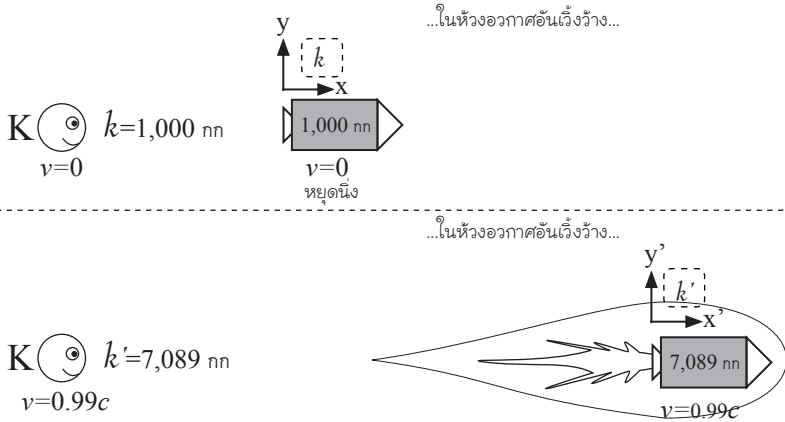
รูปที่ 1.12 เวลาของแต่ละคนไม่เท่ากันหรือไม่เหมือนกัน

**การหดสั้นของความยาวหรือระยะทาง** กรณีสัมพัทธภาพของระยะทาง ไอน์สไตน์ได้ทำนายว่า เมื่อวัตถุแข็งเกร็งเคลื่อนที่ จะเกิดการหดสั้นลงของระยะทาง(รัศมี)ในแนวแกนการเคลื่อนที่ นั้นเป็นผลจาก ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุเกร็งก้อนต่างๆกับนาฬิกาและกระบวนการทางแม่เหล็กไฟฟ้า (แสง)

บทที่ 6 : การรวมอัตราเร็ว , การเพิ่มขึ้นของมวล ,  $E = mc^2$  และปรากฏการณ์ดอปเพลอร์เชิงสัมพัทธภาพ , ฝาแฝดปฏิทรรศน์( Twin Paradox ), เสาไม้-ฉางข้าวปฏิทรรศน์( Pole-Barn Paradox ) ทั้งหมดเป็นผลพวงแห่งการยืดของเวลาทั้งสิ้น เมื่อเราเริ่มเคลื่อนที่เวลาของเราก็จะเริ่มเดินช้าลง แล้วปรากฏการณ์เหล่านี้ก็จะเกิดขึ้นตามมาเป็นลูกโซ่

โดยเฉพาะ  $E = mc^2$  นั้นจะเปลี่ยนมุมมองใหม่ในการมองโลกและชีวิต ให้กับมนุษย์ไปตลอดกาล มุมมองที่ว่า พลังงาน(  $E$  ) กับ มวล(  $m$  ) คือสิ่งเดียวกัน มันเปลี่ยนรูปไปมาได้ มันให้ความหวังใหม่ในเรื่องพลังงานทดแทน หากเราสามารถเข้าถึงวิธีการปลดปล่อยและควบคุมพลังงานจากมวลของสสารอันน้อยนิดได้อย่างมั่นใจก็จะทำให้มนุษย์ลดการทำลายทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมได้อย่างมากมายมหาศาล





รูปที่ 1.9 มวลที่มีความเร็ว จะมีน้ำหนักของวัตถุมากกว่ามวลที่อยู่นิ่ง

**บทที่ 7 : ศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย โภคโคโยดม กับ ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษบริสุทธิ์** ท่านศาสตราจารย์สิทธิชัย ได้พบวิธีทำนายปรากฏการณ์เกี่ยวกับสัมพัทธภาพ โดยใช้ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษเพียงอย่างเดียว จากเดิมที่เมื่อต้องทำนายปรากฏการณ์แผดปฏิทรรศน์นั้นต้องใช้ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปเข้ามาช่วยในตอนเลี้ยวกลับ ท่านเป็นคนแรกๆ ครับที่ใช้วิธีการนี้ได้

**บทที่ 8 : ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธิริยากร** ทฤษฎีนี้ผมได้พัฒนาขึ้นมาเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์เชิงสัมพัทธภาพพิเศษให้กว้างไกลขึ้น หลังจากพบว่าทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์นั้นยังไม่สมบูรณ์

ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธิริยากร นี้ให้คำทำนายที่แตกต่างจาก ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ 2 ประการสำคัญคือ 1 เรื่องสัมพัทธภาพเวลา

ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ ทำนายว่าเกิดเวลาเดินช้า





ลงเฉพาะในกรอบเคลื่อนที่เท่านั้น

**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธีรยากร** ทำนายว่าเกิดเวลาเดินช้าลงในทั้ง 2 กรอบเฉื่อย

2 เรื่องสัมพัทธภาพความยาว

**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์** ทำนายว่าเฉพาะในกรอบเคลื่อนที่ที่เกิดความยาวหดสั้นลง

**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธีรยากร** ทำนายว่าความยาวไม่ได้เกิดการหดสั้นลง

ในบทนี้ท่านจะได้พบกับ**ตรรกะ**ที่ใช้ในการพิสูจน์**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธีรยากร** อย่างละเอียด

รวมถึงจะได้พบกับ**สัจพจน์ข้อที่ 3** ซึ่งเป็นความจริงของธรรมชาติที่เป็นรากฐานหลักในการสร้าง**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธีรยากร**

**ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธีรยากร** หากถูกยอมรับหรือพิสูจน์ทดลองว่าใช้งานได้จริงแล้ว ก็จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อทฤษฎีอื่นๆ อีกหลายทฤษฎีเป็นลูกโซ่ต่อไป

## ส่วนที่ 2

เป็นเนื้อหาในรูปแบบสมการจำ! หรือเป็นภาคผนวกของส่วนที่ 1 นั่นเอง ในส่วนนี้เหมาะสำหรับบุคคลที่มีใจฝึกไฝ่รักการพิสูจน์ทราบโดยสมการทางคณิตและมีพื้นฐานคณิต-ฟิสิกส์ ระดับน้อย ถึง สูงมาก

ซึ่งแสดงที่มาของสมการต่างๆอย่างละเอียดละออ เนื้อหาไม่ยากแต่เยาะ และท่านก็ไม่ต้องประหลาดใจ หากต้องผลอยหลับกันหลายตลบกว่าจะอ่านจบในส่วนนี้ ซึ่งผมขอรับรองว่ามันคุ้มค่ากับการที่ต้องแลงมา

หากท่านที่ไม่นิยมที่จะลงรายละเอียดเท่าใดนัก ก็สามารถเลี่ยงการอ่านในส่วนนี้ได้ เพราะการเข้าใจเพียงภาพรวมในส่วนที่ 1 นั้นก็คงเป็นมรรคเป็นผลเพียงพอต่อการดำรงชีวิตของท่านแล้ว เนื่องจากใน**ส่วนที่ 2** (รายละเอียดปลีกย่อย)นั้นอยู่ภายใต้ภาพรวม(ส่วนที่ 1)ทั้งสิ้น





## 1.6 ทฤษฎีนิวตันไม่มีวันตาย

แม้ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์จะครอบคลุมทฤษฎีกลศาสตร์ของนิวตันทั้งหมด ก็มีใช้ว่าทฤษฎีกลศาสตร์ของนิวตันจะต้องถึงคราวล่มสลายมลายไป เพราะในปัจจุบันนี้การดำรงชีวิตของมนุษย์ส่วนใหญ่ มักจะเป็นกิจกรรมที่มีอัตราเร็วต่ำๆ ทำให้การคำนวณเพื่อทำนายหรือคาดการณ์ผลลัพธ์ต่างๆนั้นใช้เพียงทฤษฎีของนิวตันก็เพียงพอแล้ว อีกทั้งใช้งานได้ง่ายกว่า เปรียบเหมือนขณะนี้แม้เรากำลังอยู่ในยุคเทคโนโลยีชีวภาพ แต่ก็มีได้หมายความว่าชีวิตต้องถูกรายล้อมด้วยสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพเพียงเท่านั้น ในความเป็นจริงเราก็ยังเห็นยุคเกษตรกรรม ยุคแห่งสุนทรียศาสตร์ ยุคแห่งศาสนา ยุคอุตสาหกรรม ยุคข้อมูลข่าวสาร รายล้อมชีวิตของเราอยู่ด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกันไป รวมถึงยุคแห่งทวยเทพ ยุคแห่งภูตผีปิศาจ ก็ยังปรากฏให้เห็นอย่างเนืองๆ

จะว่าไปแล้วทฤษฎีของนิวตันมีอัตราการใช้งานกว้างขวางกว่าทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์มากมายนัก แต่อย่างไรก็ตามในยุคปัจจุบันมนุษย์มีความต้องการบริโภคด้วยอัตราที่เร็วขึ้น ทำให้กิจกรรมที่ต้องใช้อัตราเร็วสูงๆเริ่มมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หากเราใช้ทฤษฎีของนิวตันจะทำให้ผลลัพธ์ในการทำนายคลาดเคลื่อน ยิ่งอัตราเร็วเข้าใกล้อัตราเร็วแสงเท่าใด ความคลาดเคลื่อนยิ่งสูงขึ้นเป็นทวีคูณ

และเมื่อมนุษย์มีความต้องการความเร็วมากขึ้นเรื่อยๆใกล้ความเร็วแสง ก็จำเป็นต้องใช้บริการจากไอน์สไตน์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ถึงจุดนี้ทฤษฎีนิวตันจะต้องส่งไม้ต่อไปให้กับทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ทำหน้าที่ต่อไป หากท่านหรือองค์กรขุใดๆตระหนักและหยั่งรู้หยั่งเห็นภาพแห่งอนาคตนี้ก็ต้องถึงเวลาแล้วที่ควรจะเรียนรู้อะไรและทำความเข้าใจทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษให้เข้าใจอย่างทะลุปรุโปร่ง เพื่อประโยชน์สูงสุดในการดำรงชีวิต และเมื่อเทียบกับทฤษฎีอื่นๆแล้วเนื้อหาของทฤษฎีสัมพัทธภาพ-





พิเศษนั้นถือว่ามีรูปแบบที่ง่ายและเป็นมิตรพอที่จะให้บุคคลทั่วไปทุกสาขาอาชีพสามารถทำความเข้าใจได้อย่างไม่ยากเย็นนัก เพราะไม่มีคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่สลับซับซ้อนชวนสับสนวายสะลึมสะลือมากมายแต่ประการใด

## 1.7 สรุปท้ายบท

สำหรับไอน์สไตน์เป็นคนที่เชื่อเรื่องมี**สิ่งที่เป็นหนึ่งเดียว**ที่คอยควบคุมทุกสิ่งทุกอย่างอยู่ ดังที่ปรากฏในสัจพจน์ทั้ง 2 ข้อของเขา (สัจพจน์หมายถึง ข้อความที่ยอมรับหรือตกลงว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์)

สัจพจน์ข้อที่ 1 **หลักสัมพัทธภาพ** กฎและทฤษฎีต่างๆของฟิสิกส์ของระบบที่อยู่ในกรอบอ้างอิงเฉื่อยทุกกรอบจะมีลักษณะเหมือนกันเสมอ

สัจพจน์ข้อที่ 2 **อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ** ในกรอบอ้างอิงเฉื่อยใดๆจะมี**ค่าคงที่เสมอ** และจะไม่ขึ้นกับอัตราเร็วและลักษณะการเคลื่อนที่ของ**แหล่งจ่ายแสงหรือแหล่งรับแสง**ด้วย(พูดสั้นๆได้ว่า**แสงมีอัตราเร็วคงที่**)

( กรอบอ้างอิงเฉื่อย หมายถึง กรอบอ้างอิงใดๆที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ เช่น ระบบสุริยะ โคนจรรอบ กาแล็กซีทางช้างเผือก ด้วยอัตราเร็วคงที่

โลก โคนจรรอบ ดวงอาทิตย์ ด้วยอัตราเร็วคงที่

รถไฟ ที่วิ่งไปบน โลก ด้วยอัตราเร็วคงที่

ดังนั้น ระบบสุริยะ,โลก,รถไฟ คือ กรอบอ้างอิงเฉื่อย

หรืออะไรก็ตามที่**เคลื่อนที่**เทียบกับอีกสิ่งหนึ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ และเราใช้มันเป็นจุดอ้างอิง จะถูกเรียกว่า**กรอบอ้างอิงเฉื่อย**หรือ**กรอบเฉื่อย** ยกตัวอย่างเช่น

เมื่อ**รถไฟ**วิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่แล้ว เราสามารถตีปิงปองได้เหมือนกันทุกประการ เหมือนดังที่เราตีปิงปองอยู่บนพื้นโลก **รถไฟคือกรอบอ้างอิงเฉื่อย** หรืออีกตัวอย่างคือ เมื่อเราอยู่บน**โลก**ทั้งที่**โลกกำลังเคลื่อนที่**รอบดวงอาทิตย์ด้วยอัตราเร็วประมาณ 30 กม./วินาทีหรือ 108,000 กม./ชม. เราก็ไม่เห็นมีอาการชวนเซไปมา ยังคงยืนนิ่งได้ นั่นเป็นเพราะโลกโคจรด้วยอัตราเร็วคงที่ **โลกคือกรอบอ้างอิงเฉื่อย**)

ความเชื่อเรื่องมี**สิ่งที่เป็นหนึ่งเดียว**ของไอน์สไตน์จะนำไปสู่ความตีบตันได้ อาจเป็นเพราะประการนี้กระมังทำให้ไอน์สไตน์ไม่สามารถคิด**ทฤษฎี**





สนามรวมที่เป็นสมการของทุกสรรพสิ่งได้สำเร็จ ตรงข้ามกับทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมที่เชื่อในหลักแห่งความไม่แน่นอนกลับสามารถก้าวไกลกว่า นักฟิสิกส์ส่วนใหญ่ให้ความสนใจพัฒนาต่อยอดจวบจนบัดนี้ ซึ่งทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมได้กลายเป็นเครื่องยนต์หลัก ในการขับเคลื่อนโลกไปแล้ว



แต่ในขั้นนี้การคำนวณสิ่งที่มีอัตราเร็วไม่เกินอัตราเร็วแสงยังสามารถใช้ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษที่มีพื้นฐานมาจากอัตราเร็วแสงคงที่ได้ อย่างสอดคล้องกับการทดลองหรือความเป็นจริง เราจึงควรศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและนำไปใช้งานได้อย่างสบายใจกันต่อไป เพราะยังไม่มีวิแวว่าจะทฤษฎีใดมาทดแทนทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษได้ และที่สำคัญทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษเป็นพื้นฐานสำคัญส่วนหนึ่งให้กับทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม ดังนั้นหากต้องการทำความเข้าใจทฤษฎีขั้นสูงของฟิสิกส์ต่อไป ก็มีโอกาสก้าวข้ามทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษไปได้(...แต่อย่างไรก็ตามขณะนี้ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธีรยากรได้ประกาศตัวขึ้นมาแล้ว ต้องติดตามกันอีกสักระยะ ภายหลังจากมีการถล่มกรองและพิสูจน์กันอย่างเป็นทางการดีแล้ว ก็จะมีรู้ว่าทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของตรรกะธีรยากรจะมาแทนทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของไอน์สไตน์ได้หรือไม่...)

ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษนั้นใช้ได้ในการณิพิเศษเสมอๆ กล่าวคือใช้กับเหตุการณ์ที่มีอัตราเร็วคงที่เท่านั้น

ไอน์สไตน์นั้นยึดมั่นสัจพจน์ข้อ 2 นี้อย่างแรงกล้า สิ่งๆเดียวที่ทุกสรรพสิ่งรับรู้ได้เหมือนกัน หรือเป็นสิ่งๆเดียวที่ทุกสรรพสิ่งไม่มีวันหลีกเลี่ยงอัตราเร็วของแสงมีค่าคงที่



ในบทถัดไป เราจะการพูดกันอย่างละเอียดถึงหลักสำคัญในการด้าบลังก์ของสัจพจน์ข้อที่ 2 หรืออัตราเร็วของแสงมีค่าคงที่

หลักนั้นคือ หลักสัมพัทธภาพของกาลิเลโอ หรือ สัจพจน์ข้อที่ 1 ของไอน์สไตน์ ซึ่งเราจะได้พิจารณาอย่างกระจ่างชัดในบทต่อไป



