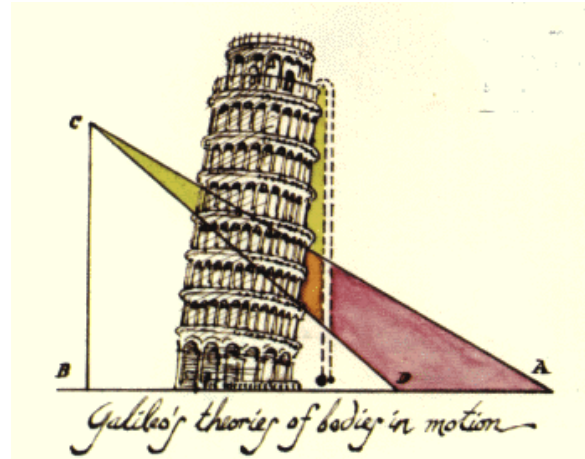


# หนีตามกาลิเลโอ : ความคิดนอกกรอบ ที่เปลี่ยนโลกไปตลอดกาล

เว็บไซต์นายร้อยไทย {www.thaicadet.org}



“ปีพุทธศักราช 2133 กาลิเลโอ ค้นพบว่า เมื่อเราปล่อยวัตถุชนิดเดียวกันแต่ขนาดต่างกัน 2 ชิ้น ลงมาจากความสูงเท่ากัน มันจะตกถึงพื้น**พร้อมกัน**”

(จาก VDO ตัวอย่างภาพยนตร์ “หนีตามกาลิเลโอ”:  
GTH, Jul 2009)

นั่นเป็นเรื่องราวที่เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1590 หรือ  
กว่า 419 ปีที่แล้ว ในยุคที่คริสตจักรเรื่องอำนาจอย่างมาก  
ในทวีปยุโรป ทุกคนเชื่อว่า “โลกแบน” “ดวงอาทิตย์และ  
ดาวทุกดวงหมุนรอบโลก” “โลกเป็นศูนย์กลางของ

จักรวาล” วันนั้น คนคิดนอกกรอบ (thinking out of  
frame) อย่างกาลิเลโอได้ทำการทดลองเล็ก ๆ ที่เปลี่ยน  
ความเชื่อเหล่านั้นไปตลอดกาล ด้วยการปล่อยก้อนหิน  
ชนิดเดียวกัน แต่มีขนาดต่างกัน 2 ชิ้น จากความสูง  
เดียวกัน ที่ระยะสูง 55.86 เมตร บริเวณยอดหอเอน  
เมือง Pisa ([The Leaning Tower of Pisa](#)) ประเทศ  
อิตาลี

**แล้วก้อนหินทั้งสองก้อน ก็ตกถึงพื้น พร้อมกัน  
มันเป็นไปได้อย่างไร ???**



รูปที่ 1 กาลิเลโอปล่อยหิน 2 ก้อนที่มีขนาดต่างกันจากความสูงเดียวกัน ที่ยอดหอเอน เมือง Pisa

ย้อนเวลากลับมา ณ ปัจจุบัน หากเราต้องการอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวด้วยหลักการทางฟิสิกส์ แล้ว  
ที่จึงกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ให้

$$m_1 = \text{มวลของหินก้อนเล็ก}$$

$$m_2 = \text{มวลของหินก้อนใหญ่}$$

โดยที่  $m_1 < m_2$  คำถามของเราคือ ทำไม  $m_1$  และ  $m_2$  จึงตกถึงพื้นพร้อมกัน

คำว่า “ตกถึงพื้นพร้อมกัน” แสดงว่า เรากำลังพิจารณาตัวแปร 2 ตัว นั่นคือ “ระยะทาง” และ “เวลา”

แม้ “เวลา” จะผ่านไป แต่ความแตกต่างของมวลไม่มีผลกับระยะทาง (ในที่นี้คือความสูง)

แสดงว่า “เวลา” ไม่เป็นฟังก์ชันของ “มวล” หรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่งคือ **“แม้ว่ามวลจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร**

**ก็ไม่ทำให้เวลาการตกของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปเลย”**

จากสมการการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก เรากำหนดให้  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

เราทราบความสัมพันธ์ว่า 
$$S = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad \dots (1)$$

เมื่อ  $S =$  ระยะทาง (ในที่นี้ คือความสูง) หน่วยเป็น  $m$

$u =$  ความเร็วต้นในการปล่อยวัตถุ หน่วยเป็น  $m/s$

$t =$  time หรือเวลา หน่วยเป็นวินาที (s)

$a =$  ความเร่ง หากเป็นการปล่อยวัตถุให้ตกแบบ free fall แล้ว

เราจะกำหนดให้  $a = g = 9.81 \text{ m/s}^2$  และมีทิศทางเป็นบวก เมื่อพุ่งเข้าหาโลก

เมื่อ หิน 2 ก้อน ถูกปล่อยให้ตกอย่างอิสระ ความเร็วเริ่มต้นในการปล่อยจึงไม่มี ทำให้  $u = 0 \text{ m/s}$

ดังนั้น จากสมการความสูงข้างต้น 
$$S = (0)t + \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}gt^2 \quad \dots (1)$$

ย้ายข้างสมการ เพื่อพิจารณาเวลา 
$$\frac{2S}{g} = t^2$$

ดังนั้น 
$$t = \sqrt{\frac{2S}{g}} \quad \dots (2)$$

เพราะเราทราบว่า  $g$  เป็นค่าคงที่ เท่ากับ  $9.81 \text{ m/s}^2$

ดังนั้น สมการเวลาข้างต้น จึงมีค่าเท่ากับ 
$$t = \sqrt{\frac{2S}{9.81}} = \sqrt{0.20387S}$$

นั่นคือ 
$$t = 0.45152\sqrt{S} \text{ วินาที} \quad \dots (3)$$

สมการที่ (3) บอกอะไรกับเรา? มันบอกเราว่า **“เวลา  $t$  ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของระยะความสูง  $S$  เท่านั้น แสดงว่า เวลา ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของมวล  $m_1$  และ  $m_2$  เลย”**

ดังนั้น ไม่ว่ากาลิเลโอ จะปล่อยก้อนหินขนาดต่างกันพร้อมๆ กันจากความสูงเดียวกันที่ยอดหอเอนสีกีร์รียครั้ง, หากพิจารณาว่า แรงเสียดทานบริเวณพื้นผิวของวัตถุเนื่องจากการเคลื่อนที่ผ่านอากาศมีน้อยมากแล้ว, หินทั้งสองก้อนก็จะตกถึงพื้นพร้อมกัน

ถ้า ส่วนที่ต่ำที่สุดของยอดของหอเอน มีความสูงจากพื้น เท่ากับ 55.86 เมตร

ดังนั้น หินก้อนใดๆ ในโลก จะใช้เวลาตกถึงพื้น  $t = 0.45152\sqrt{S}$

$$= 0.45152\sqrt{55.86}$$

$$= 3.3746 \text{ วินาที เท่านั้น}$$



**รูปที่ 2** แสดงความสูง และเวลาการตกของวัตถุใด จากยอดหอเอน เมือง Pisa

แล้ว เมื่อตกกระทบพื้น ความแตกต่างระหว่างหิน 2 ก้อน ที่มีมวลต่างกัน คืออะไรครับ ?

แม้ว่าหินทั้งสองจะใช้เวลาเดินทางผ่านอากาศที่เท่ากัน ตกถึงพื้นพร้อมกัน ด้วยความเร็วสัมผัสพื้นดินที่เท่ากัน

ตามสมการ  $v^2 = u^2 + 2gS$  แต่สิ่งที่ต่างกัน คือ **“โมเมนตัม”** ครับ

วัตถุที่มีมวลมากกว่า จะมีโมเมนตัมมากกว่า ตามสมการความสัมพันธ์  $p = mv$

เมื่อ  $m_1 < m_2$  ดังนั้น โมเมนตัม (1) ย่อมน้อยกว่า โมเมนตัม (2) แน่نون

คิดง่าย ๆ คือ ถ้าเอาหัวไปรอรับการตกของหินก้อนใหญ่ จะเจ็บกว่าของหินก้อนเล็กครับ

การศึกษาโมเมนตัม เป็นก้าวแรกของการไขความลับวิชาฟิสิกส์ เพราะอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ก็คือ “แรง” หรือ Force นั่นเอง โมเมนตัมเป็นพื้นฐานการคำนวณการชนกันของวัตถุ การหมุน การเคลื่อนที่ และพลังงาน ตั้งแต่วัตถุเล็กๆ ระดับ nano size ไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงใดๆ ของจักรวาล



**รูปที่ 3** Momentum มหาศาลของมวลอากาศที่มีความเร็วและพลังงานสูงขณะใช้ After Burner จากเครื่องยนต์ F-100 PW220 ของเครื่องบินขับไล่แบบ F-16B Fighting Falcon ผูกบิน 403 กองบิน 4 จ.นครสวรรค์ (จากภาพ กองทัพอากาศสหรัฐฯนำเครื่องบินทั้งสอง มาส่งมอบให้กองทัพอากาศไทย จึงยังเป็นการ Paint สัญลักษณ์ของกองทัพอากาศสหรัฐฯ)

### รู้หรือไม่ :

- ตั้งแต่หลายร้อยปีก่อน มนุษย์รู้ว่าโลกมีมิติ วัตถุต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรานั้นมี 3 มิติ แต่มนุษย์สัมผัสได้ถึง การมีอยู่จริงของมิติที่ 3 หรือแกนความสูง **เมื่อมนุษย์เริ่มบิน**
- วันหนึ่ง **Einstein** บอกกับเราว่า จริง ๆ แล้ว มิติทั้ง 3 ยังเชื่อมโยงกับอีกมิติหนึ่งที่สำคัญมาก นั่นคือมิติ ที่ 4 หรือ “เวลา”
- และตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา ตัวแปรเวลา หรือ  $t$  ก็กลายเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการศึกษา วิทยาศาสตร์สมัยใหม่ เพื่อไขความลับของ จักรวาล

เรื่อง : [www.thaicadet.org](http://www.thaicadet.org) on July 26<sup>th</sup>, 2009

ขอขอบคุณ ข้อมูลภาพประกอบ [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

ข้อมูล Links อ้างอิง [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)