

หนีตามกาลิเลโอ : ความคิดนอกกรอบ ที่เปลี่ยนโลกไปตลอดกาล

เว็บไซต์นายร้อยไทย

<http://www.thaicadet.org/>

“ปีพุทธศักราช 2133 [กาลิเลโอ](#) ค้นพบว่า เมื่อเราปล่อยวัตถุชนิดเดียวกันแต่ขนาดต่างกัน 2 ชั้น ลงมาจากความสูงเท่ากัน มันจะตกถึงพื้น **พร้อมกัน**”

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

นั่นเป็นเรื่องราวที่เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1590 หรือกว่า 419 ปีที่แล้ว ในยุคที่คริสตจักรเรืองอำนาจอย่างมากในทวีปยุโรป ทุกคนเชื่อว่า “โลกแบน” “ดวงอาทิตย์และดาวทุกดวงหมุนรอบโลก” “โลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล” วันนั้น คนคิดนอกกรอบ (thinking out of frame) อย่างกาลิเลโอ ได้ทำการทดลองเล็กๆ ที่เปลี่ยนความเชื่อเหล่านั้นไปตลอดกาล ด้วยการปล่อยก้อนหินชนิดเดียวกัน แต่มีขนาดต่างกัน 2 ชั้น จากความสูงเดียวกัน ที่ระยะสูง 55.86 เมตร บริเวณยอดหอเอน เมือง Pisa ([The Leaning Tower of Pisa](#)) ประเทศอิตาลี

แล้ว ก้อนหินทั้งสองก้อน ก็ตกถึงพื้น **พร้อมกัน**

มันเป็นไปได้อย่างไร ???



รูปที่ 1 กาลิเลโอปล่อยหิน 2 ก้อนที่มีขนาดต่างกันจากความสูงเดียวกัน ที่ยอดหอเอน เมือง Pisa

ย้อนเวลากลับมา ณ ปัจจุบัน หากเราต้องการอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวด้วยหลักการทางฟิสิกส์ แล้ว

ที่จึงกำหนดตัวแปรต่างๆ ให้ $m_1 =$ มวลของหินก้อนเล็ก

$m_2 =$ มวลของหินก้อนใหญ่

โดยที่ $m_1 < m_2$ **คำถามของเราคือ ทำไม m_1 และ m_2 จึงตกลงพื้นพร้อมกัน**

คำว่า "ตกลงพื้นพร้อมกัน" แสดงว่า เรากำลังพิจารณาตัวแปร 2 ตัว นั่นคือ "ระยะทาง" และ "เวลา"

แม้ "เวลา" จะผ่านไป แต่ความแตกต่างของมวลไม่มีผลกับระยะทาง (ในที่นี้คือความสูง)

แสดงว่า "เวลา" ไม่เป็นฟังก์ชันของ "มวล" หรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่งคือ **"แม้ว่ามวลจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ก็ไม่ทำให้เวลาการตกของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปเลย"**

จากสมการการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก เรากำหนดให้ $g = 9.81$
 m/s^2

เราทราบความสัมพันธ์ว่า $S = ut + \frac{1}{2}at^2$ (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 $a = g = 9.81 m/s^2$ และมีทิศทางเป็นบวก เมื่อพุ่งเข้าหาโลก

เมื่อ หิน 2 ก้อน ถูกปล่อยให้ตกอย่างอิสระ ความเร็วเริ่มต้นในการปล่อยจึงไม่มี ทำให้ $u = 0 m/s$

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

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

ดังนั้น $t = \sqrt{\frac{2S}{g}}$ (2)

เพราะเราทราบว่า g เป็นค่าคงที่ เท่ากับ $9.81 m/s^2$

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

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

สมการที่ (3) บอกอะไรกับเรา? มันบอกเราว่า **"เวลา t ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของระยะความสูง S เท่านั้น"**

แสดงว่า เวลา ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของมวล m_1 และ m_2 เลย"

ดังนั้น ไม่ว่ากาลิเลโอ จะปล่อยก้อนหินขนาดต่างกันพร้อมๆ กันจากความสูงเดียวกันที่ ยอดหอเอนสีกีร์ร่อยครั้ง, หากพิจารณาว่า แรงเสียดทานบริเวณพื้นผิวของวัตถุเนื่องจากการ เคลื่อนที่ผ่านอากาศมีน้อยมากแล้ว, หินทั้งสองก้อนก็จะตกลงพื้นพร้อมกัน

ถ้า ส่วนที่ต่ำที่สุดของยอดของหอเอน มีความสูงจากพื้น เท่ากับ 55.86 เมตร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น หินก้อนใดๆ ในโลก จะใช้เวลาตกถึงพื้น } t &= 0.45152\sqrt{S} \\ &= 0.45152\sqrt{55.86} \\ &= 3.3746 \text{ วินาที เท่านั้น} \end{aligned}$$



รูปที่ 2 แสดงความสูง และเวลาการตกของวัตถุใด จากยอดหอเอน เมือง Pisa

แล้ว เมื่อตกกระทบพื้น ความแตกต่างระหว่างหิน 2 ก้อน ที่มีมวลต่างกัน คืออะไรครับ ?

แม้ว่าหินทั้งสองจะใช้เวลาเดินทางผ่านอากาศที่เท่ากัน ตกถึงพื้นพร้อมกัน ด้วยความเร็วสัมพัทธ์

พื้นดินที่เท่ากันตามสมการ $v^2 = u^2 + 2gS$ แต่สิ่งที่ต่างกัน คือ "โมเมนตัม" ครับ

วัตถุที่มีมวลมากกว่า จะมีโมเมนตัมมากกว่า ตามสมการความสัมพันธ์ $p = mv$

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

คิดง่าย ๆ คือ ถ้าเอาหัวไปรอรับการตกของหินก้อนใหญ่ จะเจ็บกว่าของหินก้อนเล็กครับ

การศึกษาโมเมนตัม เป็นก้าวแรกของการไขความลับวิชากลศาสตร์ เพราะอัตราการเปลี่ยนแปลง โมเมนตัมก็คือ "แรง" หรือ Force นั่นเอง โมเมนตัมเป็นพื้นฐานการคำนวณการชนกันของวัตถุ การหมุน การเคลื่อนที่และพลังงาน ตั้งแต่วัตถุเล็กๆ ระดับ nano size ไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงใดๆ ของจักรวาล



รูปที่ 3 Momentum มหาศาลของมวลอากาศที่มีความเร็วและพลังงานสูงขณะใช้ After Burner จากเครื่องยนต์ F-100 PW220 ของเครื่องบินขับไล่แบบ F-16B Fighting Falcon ฝูงบิน 403 กองบิน 4 จ.นครสวรรค์ (จากภาพ กองทัพอากาศสหรัฐฯ นำเครื่องบินทั้งสองมาส่งมอบให้กองทัพอากาศไทย จึงยังเป็นการ paint สัญลักษณ์ของกองทัพอากาศสหรัฐฯ)

รู้หรือไม่ :

- ตั้งแต่หลายร้อยปีก่อน มนุษย์รู้ว่าโลกมีมิติ วัตถุต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเราล้วนมี 3 มิติ แต่มนุษย์สัมผัสได้ถึงการมีอยู่จริงของมิติที่ 3 หรือแกนความสูง เมื่อมนุษย์เริ่มบิน
- วันหนึ่ง **Einstein** บอกกับเราว่า จริงๆแล้ว มิติทั้ง 3 ยังเชื่อมโยงกับอีกมิติหนึ่งที่สำคัญมาก นั่นคือมิติที่ 4 หรือ "เวลา"
- และตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา ตัวแปรเวลา หรือ t ก็กลายเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการศึกษาวិทยาศาสตร์สมัยใหม่ เพื่อไขความลับของ จักรวาล

เรื่อง : www.thaicadet.org on July 26th, 2009

ขอขอบคุณ ข้อมูลภาพประกอบ www.youtube.com

ข้อมูล Links อ้างอิง www.wikipedia.org