

ฟิสิกส์ 1

ระดับมหาวิทยาลัย เล่ม 3

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ สุภาพ

พิมพ์ และจัดจำหน่ายโดย

สุชาติ สุภาพ

250/1 หมู่ 1 ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร 74120

E-mail suchart11111@hotmail.com

พิมพ์ที่ หจก. SPS 1999 ม.เพชรอนันต์ เขตคันนายาว กรุงเทพฯ 10230

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

สุชาติ สุภาพ

ฟิสิกส์ 1 ระดับมหาวิทยาลัย เล่ม 3

530

ISBN 978-616-478-190-0

คำนำ

หนังสือ ฟิสิกส์ 1 ระดับมหาวิทยาลัย เล่ม 3 เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานในระดับอุดมศึกษา โดยเนื้อหาครอบคลุมหัวข้อสำคัญทางฟิสิกส์ใน 5 บทเรียน ซึ่งเป็นการต่อข้อต่อจากความรู้ในเล่มก่อนหน้านี้ ทั้งในด้านแรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน ซึ่งการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น บทที่ 13 ว่าด้วยกฎของความโน้มถ่วง จะพาผู้อ่านย้อนรอยแนวคิดของนิวตันในการอธิบายแรงดึงดูดระหว่างมวล ซึ่งไม่เพียงแต่ใช้กับวัตถุบนโลก แต่ยังขยายไปถึงการโคจรของดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ และกลไกของจักรวาล บทที่ 14 ว่าด้วย กลศาสตร์ของไหล อธิบายพฤติกรรมของของไหลทั้งในภาวะนิ่งและเมื่อมีการเคลื่อนที่ โดยเชื่อมโยงกับการไหลของของเหลว อากาศ พลศาสตร์ และกฎของเบอร์นูลลี บทที่ 15 และบทที่ 16 กล่าวถึง คลื่นกลและคลื่นเสียง ตามลำดับ โดยปูพื้นจากหลักการกำเนิดและการเคลื่อนที่ของคลื่นกล บทที่ 17 ปิดท้ายด้วยหัวข้อ อุณหภูมิจึงและความร้อน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของอุณหพลศาสตร์ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ช่วยเสริมความเข้าใจ และปลุกเร้าความสนใจของนิสิตนักศึกษาที่กำลังก้าวสู่โลกของฟิสิกส์อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น

หรือถ้าท่านสนใจหนังสือในรูปแบบ E-BOOK ก็มีจำหน่ายที่เว็บไซต์ ร้านนายอินทร์ ,MEB ,อุ๊กบี, ซีเอ็ด , hystexts และศูนย์หนังสือจุฬาฯ

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อตามร้านหนังสือทั่วไปไม่ได้ สามารถซื้อออนไลน์ที่แอปต่าง ๆ โดยสแกน QR โค้ดข้างล่างนี้
(ที่ช้อปปีมีหนังสือมากที่สุด)



สุชาติ สุภาพ

มือถือ 083-920-3825

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 13 กฎของความโน้มถ่วง	5
13.1 กฎความโน้มถ่วงสากลของนิวตัน	5
13.2 การวัดค่าคงตัวของความโน้มถ่วง	10
13.3 ความเร่งของการตกอย่างเสรี และแรงโน้มถ่วง	12
13.4 กฎของเคปเลอร์	20
13.5 กฎความโน้มถ่วงกับการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์	22
13.6 สนามโน้มถ่วง	28
13.7 พลังงานศักย์โน้มถ่วง	33
13.8 การอนุรักษ์พลังงานของดาวเคราะห์และดาวเทียม	38
13.9 ความเร็วหลุดพ้น	41
บทที่ 14 กลศาสตร์ของไหล	43
14.1 ความดัน	46
14.2 ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึก	48
14.3 เครื่องมือวัดความดัน	57
14.4 แรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส	61
14.5 ความตึงผิว	80
14.6 ความหนืด	93
14.7 การเคลื่อนที่ของของไหล	103
14.8 สมการความต่อเนื่อง	105
14.9 สมการของแบร์นูลลี	111
14.10 หลอดไพทอต	132
บทที่ 15 คลื่นกล	136
15.1 การจำแนกประเภทของคลื่น	137
15.2 การซ้อนทับกันและการแทรกสอดของคลื่น	145
15.3 อัตราเร็วของคลื่นในสื่อน้ำ	150
15.4 การสะท้อนและการถ่ายทอดพลังงานของคลื่น	153
15.5 การวิเคราะห์คลื่นในสื่อน้ำ	159
15.6 อัตราการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นในสื่อน้ำ	160

สารบัญ

	หน้า
15.7 สมการคลื่น	163
บทที่ 16 คลื่นเสียง	166
16.1 การจำแนกประเภทของคลื่นเสียง	169
16.2 อัตราเร็วของคลื่นเสียง	172
16.3 การสั่นแบบเป็นคาบของคลื่นเสียง	174
16.4 ความเข้มเสียงที่มีลักษณะเป็นคาบ	177
16.5 ความเข้มเสียง	182
16.6 ระดับความเข้มเสียง	183
16.7 ระดับเสียง	186
16.8 คลื่นเสียงความเข้มสูง	188
16.9 คุณภาพของเสียง	190
16.10 คลื่นทรงกลมและคลื่นระนาบ	192
16.11 การได้ยิน	195
16.12 การกำทอน	196
16.13 บีตส์	203
16.14 ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์	204
16.15 คลื่นกระแทก	209
16.16 การนำความรู้เรื่องเสียงมาใช้ประโยชน์	213
บทที่ 17 อุณหภูมิจัดและความร้อน	218
17.1 อุณหภูมิ	218
17.2 กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์	220
17.3 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดแก๊สแบบปริมาตรคงตัว และอุณหภูมิสัมบูรณ์	222
17.4 พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร	223
17.5 การขยายตัวของของแข็งและของเหลวเมื่อได้รับความร้อน	227
17.6 การอธิบายเกี่ยวกับแก๊สอุดมคติในระบบมหภาค	232
17.7 แผนภาพ P – V	235
17.8 แผนภาพ P – T	236

บทที่ 13

กฎของความโน้มถ่วง

ตั้งแต่สมัยโบราณ มนุษย์สังเกตเห็นว่า สิ่งของต่าง ๆ เมื่อถูกปล่อยจากมือ มันจะตกลงสู่พื้นเสมอ ไม่ว่าจะเป็นลูกแอปเปิล ไข่ไก่ หรือก้อนหิน นักวิทยาศาสตร์ในอดีตพยายามอธิบายปรากฏการณ์นี้ด้วยแนวคิดต่าง ๆ จนกระทั่งในศตวรรษที่ 17 เซอร์ไอแซก นิวตันได้เสนอแนวคิดสำคัญที่เปลี่ยนโลกของฟิสิกส์ไปตลอดกาล นั่นคือกฎของความโน้มถ่วงสากล แนวคิดของนิวตันชี้ให้เห็นว่า ไม่ใช่แค่โลกที่ดึงดูดวัตถุ แต่ทุกวัตถุในจักรวาลต่างดึงดูดกันและกันด้วยแรงที่เราเรียกว่า "แรงโน้มถ่วง" กฎข้อนี้ไม่เพียงอธิบายการตกของวัตถุบนโลกเท่านั้น แต่ยังช่วยไขความลับของการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ ดวงจันทร์ และแม้แต่เส้นทางของดาวหางอีกด้วย ในบทนี้เราจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกฎของความโน้มถ่วงในแง่มุมต่าง ๆ ตั้งแต่สูตรทางคณิตศาสตร์ที่อธิบายแรงโน้มถ่วง ไปจนถึงการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรงโน้มถ่วงในชีวิตประจำวันและเทคโนโลยี เช่น ดาวเทียมและระบบ GPS

โลกและดาวเคราะห์ต่างก็โคจรรอบดวงอาทิตย์ เนื่องจากดวงอาทิตย์ออกแรงดึงดูดดาวเคราะห์ แรงดึงดูดในลักษณะนี้ไม่ได้มีเฉพาะแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์เท่านั้น ดาวทุกดวงก็มีแรงดึงดูดด้วยเช่นเดียวกัน ขนาดของแรงดึงดูดมีค่าขึ้นอยู่กับมวลของดาวนั้น ๆ ถ้าดาวดวงใดมีมวลมากก็จะมีแรงดึงดูดมาก แรงดึงดูดของดวงดาวต่าง ๆ นี้เรียกว่าแรงโน้มถ่วง แรงโน้มถ่วงของดาวฤกษ์มีพลังงานมหาศาลก่อให้เกิดผลฟิสิกส์พิเศษ เช่น ดาวฤกษ์เมื่อหลอมรวมไฮโดรเจนให้เป็นฮีเลียมจนหมด ดาวฤกษ์นั้นก็จะถูกแรงโน้มถ่วงของตัวเองกดอัดและจะยุบตัวลง ถ้าดาวฤกษ์นั้นมีขนาดเล็กเมื่อยุบตัวแล้วก็จะกลายเป็น “ดาวแคระขาว” แต่ถ้าดาวฤกษ์นั้นมีขนาดใหญ่มากก็จะยุบตัวกลายเป็นหลุมดำ (black hole) ที่มีความหนาแน่นและแรงดึงดูดมากมาสมหาคาล สามารถดึงดูดได้แม้กระทั่งแสงหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด

13.1 กฎความโน้มถ่วงสากลของนิวตัน



เซอร์ไอแซก นิวตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ค้นพบกฎแรงดึงดูดของโลกขณะที่เขากำลังนั่งดูดวงจันทร์ แล้วก็เกิดความสงสัยว่าทำไมดวงจันทร์จึงต้องโคจรรอบโลก จากนั้นนิวตันก็เริ่มทำการทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์ และได้จำลองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์โดยการนำก้อนหินมาผูกเชือกแล้วแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม นิวตันสรุปผลการทดลองนี้ว่าเชือกเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ก้อนหินเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ ดังนั้นการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกแสดงว่าต้องมีแรงที่ทำ

หน้าที่เหมือนกับแรงดึงดูดของเส้นเชือก และแรงนั้นก็คือแรงดึงดูดหรือแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อดวงจันทร์นั่นเอง รวมถึงการที่เราเห็นแอปเปิ้ลตกลงสู่พื้นดินก็เป็นเพราะแรงดึงดูดหรือแรงโน้มถ่วงของโลกเช่นเดียวกัน และเมื่อเราขยายแนวความคิดนี้ให้กว้างขึ้นก็จะได้เป็นกฎของความโน้มถ่วง นิวตันได้พิมพ์กฎความโน้มถ่วงในปี ค.ศ. 1687 ซึ่งมีใจความว่า

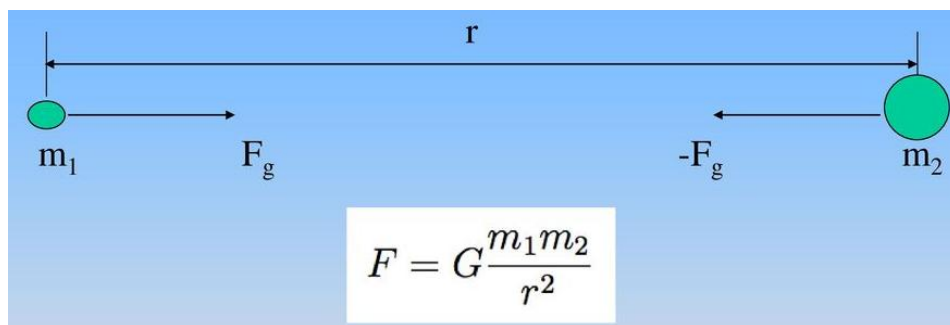
"สสารทุกอย่างในเอกภพดึงดูดสสารอื่นด้วยแรงซึ่งแปรผันตรงกับผลคูณของมวลของสสารทั้งสอง และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างสสารทั้งสองนั้น" หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (18.1)$$

เมื่อ F_g เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล

r เป็นระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมวลระหว่างสสารทั้งสอง

G เป็นค่าคงตัวซึ่งนิวตันยังไม่ทราบค่านี้ต่อมาทราบว่า $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$



แรงดึงดูดระหว่างมวล

สมการ (18.1) ถ้าเขียนในรูปเวกเตอร์จะได้ดังนี้

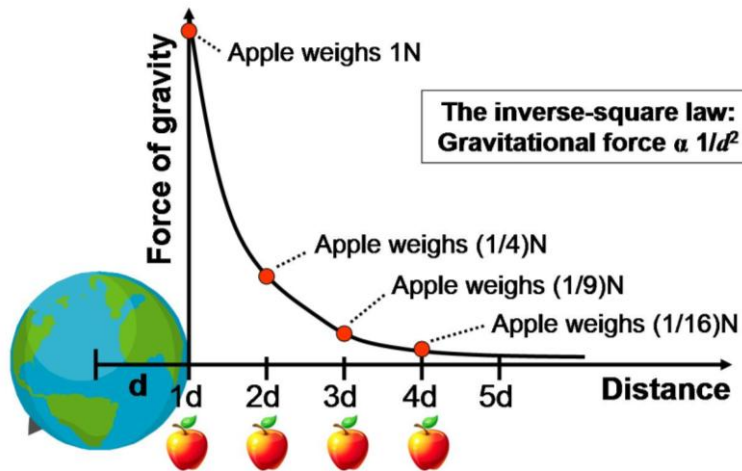
$$\mathbf{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{\mathbf{r}}_{12} \quad (18.2)$$

เครื่องหมาย - มีความหมายว่าแรงนี้เป็นแรงดึงดูด

$\hat{\mathbf{r}}_{12}$ เป็นเวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่ชี้จากมวล m_1 ไปยังมวล m_2

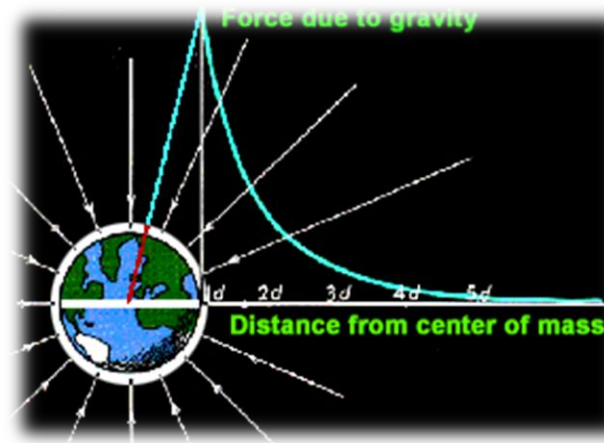
สมการ (18.1 และ 18.2) คือสมการแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ 2 ก้อนใดๆ หรือกล่าวง่าย ๆ ได้ว่า อะไอก็ตามที่ให้มีมวลต่างก็ดึงดูดกัน

จากสมการ (18.1) และ (18.2) แสดงให้เห็นว่าแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มีค่าเป็นปฏิกิริยาผกผันกับระยะห่างกำลังสอง (r^2) ซึ่งก็หมายความว่าถ้าระยะห่างเพิ่มขึ้น 2 เท่า แรงดึงดูดก็จะลดลง 4 เท่า ดังแสดงในกราฟรูป

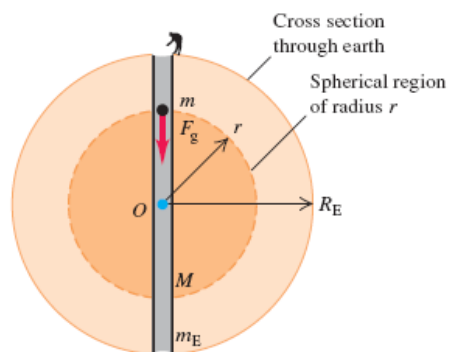
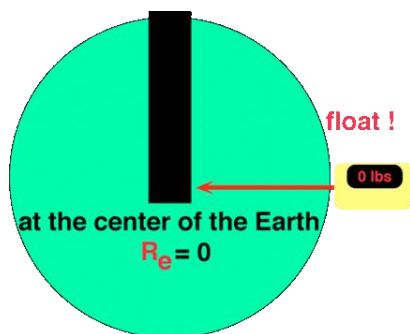


แรงดึงดูดที่ลดลงทำให้น้ำหนักของแอปเปิ้ลมีค่าลดลง

นอกจากแรงโน้มถ่วงของโลกจะมีค่าลดลงตามระยะทางแล้ว แรงโน้มถ่วงของโลกยังมีค่าลดลงตามความลึกจากผิวโลกด้วย และที่จุดศูนย์กลางโลกจะมีแรงโน้มถ่วงเป็นศูนย์ ถ้าเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงโน้มถ่วงกับระยะทางตั้งแต่จุดศูนย์กลางโลกออกไป จะได้กราฟดังรูป 13.4



แรงโน้มถ่วงของโลกที่ตำแหน่งต่าง ๆ



รูป 13.5 แรงโน้มถ่วงภายในโลก จะมีค่าลดลงตามความลึก

กฎความโน้มถ่วงสากลนี้ก็คือกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลนั่นเอง วัตถุใด ๆ ต่างก็มีแรงดึงดูดด้วยกันทั้งสิ้น



โลกและคนต่างก็ดึงดูดซึ่งกันและกัน

ถ้าต้องการหาแรงดึงดูดระหว่างที่โลกกระทำต่อคนหรือวัตถุใดๆที่อยู่บนพื้นโลก สมการ (13.1) จะเขียนใหม่ได้เป็น

$$F_g = G \frac{M_E m}{R_E^2} \quad (13.3)$$

เมื่อ M_E คือมวลของโลก $= 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

m คือมวลคนหรือวัตถุใดๆที่อยู่บนพื้นโลก

R_E คือรัศมีของโลก $= 6.37 \times 10^6 \text{ m}$

สมการ (13.3) เขียนใหม่ได้เป็น

$$F_g = m \left(\frac{GM_E}{R_E^2} \right)$$

$$F = G \frac{mM_E}{R_E^2} = m \left(\frac{GM_E}{R_E^2} \right) \quad \leftarrow g$$

สมการ (13.3) ก็คือ $F_g = mg$

สมการ (13.3) มีความหมายว่า แรงดึงดูดระหว่างโลกกับวัตถุใดๆ มีค่าขึ้นอยู่กับมวลของโลกและมวลของวัตถุนั้น ๆ

การหามวลของโลกโดยการคำนวณ

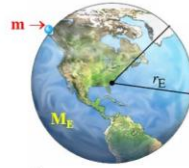
มวลของโลกเป็นค่าที่ใหญ่มหาศาลและไม่สามารถวัดได้โดยตรงเหมือนการชั่งวัตถุทั่วไป แต่ด้วยความสามารถของนักฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ มนุษย์สามารถหาค่ามวลของโลกได้อย่างแม่นยำโดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก “กฎความโน้มถ่วงสากลของนิวตัน” ซึ่งเป็นกฎที่อธิบายแรงดึงดูดระหว่างมวลสองมวล การคำนวณหามวลของโลกเริ่มต้นจากการสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุที่อยู่ใกล้โลก เช่น ดวงจันทร์ ดาวเทียม หรือแม้แต่การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกลงบนพื้นโลก โดยใช้ค่าคงที่ของแรงโน้มถ่วง (g) และค่าคงที่ความโน้มถ่วงสากล (G) นักวิทยาศาสตร์สามารถจัดรูปสมการและแก้เพื่อหาค่ามวลของโลกได้อย่างแม่นยำ หัวข้อนี้จะนำเสนอแนวคิดและวิธีการคำนวณหามวลของโลกโดยใช้สมการทางฟิสิกส์อย่างเป็นระบบ ซึ่งไม่เพียงแต่แสดงให้เห็นถึงพลังของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังสะท้อนถึงความสามารถของมนุษย์ในการเข้าใจสิ่งที่ดูเหมือนจะเกินเอื้อมอีกด้วย

Using the same process, we can

“Weigh” Earth!

(Determine its mass).

On the surface of the Earth, equate the usual weight of mass **m** to the Newtonian Gravitation Force Law form.



$$mg = G \frac{mm_E}{r_E^2} \Rightarrow m_E = \frac{gr_E^2}{G}$$

Knowing $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ & the radius of the Earth r_E , the mass of the Earth can be calculated:

$$m_E = \frac{gr_E^2}{G} = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg.}$$

จากสมการ(18.8)ที่เป็นสมการแรงดึงดูดระหว่างมวล เราสามารถนำเอาสมการนี้มาใช้ในการคำนวณหามวลของโลกได้ดังนี้

จาก

$$F_g = G \frac{M_E m}{R_E^2}$$

$$mg = G \frac{M_E m}{R_E^2}$$

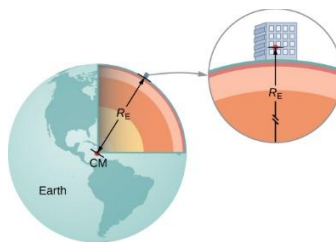
$$g = G \frac{M_E}{R_E^2}$$

$$M_E = \frac{gR_E^2}{G}$$

$$M_E = \frac{(9.8 \text{ m/s}^2)(6.37 \times 10^6 \text{ m})^2}{6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2}$$

มวลของโลก

$$M_E = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$$



รูป 18.2 ระยะห่างระหว่างโลกกับอาคารมีค่าเท่ากับรัศมีของโลก

เพราะเหตุใดดวงดาวต่าง ๆ จึงมีลักษณะเป็นทรงกลม

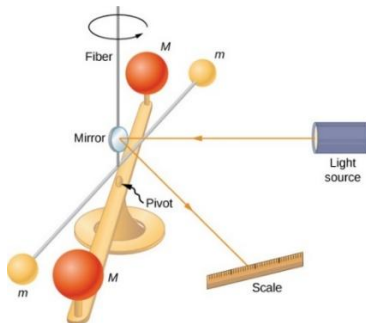
เมื่อเรามองดูภาพถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์หรือจากอวกาศ จะเห็นว่าดวงดาวต่าง ๆ เช่น ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์ ล้วนมีรูปร่างเป็นทรงกลม หรือใกล้เคียงทรงกลม นั่นทำให้เกิดคำถามที่น่าสนใจว่า ทำไมดวงดาวเหล่านี้จึงไม่เป็นรูปทรงอื่น เช่น สี่เหลี่ยม หรือสามเหลี่ยม? คำตอบของคำถามนี้ซ่อนอยู่ในแรงพื้นฐานของธรรมชาติที่เรารู้จักว่า แรงโน้มถ่วง แรงชนิดนี้มีหน้าที่ดึงดูดมวลทุกส่วนของวัตถุให้เข้าหากันอย่างสมมาตร แรง

โน้มถ่วงทำงานอย่างต่อเนืองในทุกทิศทาง ส่งผลให้มวลในดวงดาวกระจายตัวออกอย่างสมดุลที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และรูปร่างที่มีสมดุลที่สุดในธรรมชาติก็คือ ทรงกลม แต่ในกรณีที่เป็นวัตถุที่มีมวลน้อยเช่นลูกกาบาศหรือดาวเคราะห์น้อย แรงโน้มถ่วงจะมีขนาดน้อยกว่าแรงดึงดูดของดวงดาวต่าง ๆ มาก วัตถุเหล่านี้จึงไม่เป็นทรงกลม

13.2 การวัดค่าคงตัวของความโน้มถ่วง

ค่าคงตัวของความโน้มถ่วง หรือที่เรียกกันว่า *ค่าคงที่ความโน้มถ่วงสากล* เป็นค่าพื้นฐานในกฎความโน้มถ่วงสากลของนิวตัน ซึ่งระบุว่า แรงระหว่างมวลสองมวลแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างมวล และแปรผันตรงกับผลคูณของมวลทั้งสอง โดยมี G เป็นค่าคงที่สำคัญที่ทำให้สมการมีความสมบูรณ์ แม้ว่ากฎของนิวตันจะถูกเสนอขึ้นตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 แต่การวัดค่าคงตัว G ที่แม่นยำเป็นครั้งแรกเกิดขึ้นในอีกกว่าร้อยปีให้หลัง โดย เฮนรี คาเวนดิช นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษในปี ค.ศ. 1798 เขาใช้ เครื่องชั่งแรงบิด ในการวัดแรงระหว่างลูกตะกั่วสองคู่ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับแรงดึงดูดที่อ่อนมากระหว่างมวล การทดลองของคาเวนดิชถือเป็นก้าวสำคัญ เพราะไม่เพียงแต่ทำให้มนุษย์สามารถคำนวณหาค่า G ได้เท่านั้น แต่ยังช่วยเปิดประตูสู่การคำนวณหามวลของโลก และมวลของวัตถุต่าง ๆ ในจักรวาลอีกด้วย ในหัวข้อนี้เราจะได้เรียนรู้ทั้งหลักการของการวัด G วิธีการทดลองเบื้องต้น และความสำคัญของ G ในการศึกษาฟิสิกส์ดาราศาสตร์และแรงโน้มถ่วงในระดับจักรวาลอย่างแท้จริง.

หลังจากนิวตันเสียชีวิตไปแล้ว 70 ปี นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ เฮนรี คาเวนดิช สามารถวัดค่า G ได้ เครื่องมือที่เขาใช้ในการหาค่า G มีลักษณะดังรูป 13.7



รูป 13.7 แบบจำลองการทดลองของคาเวนดิช

ซึ่งประกอบด้วยวัตถุทรงกลมเล็ก ๆ มีมวล m เท่ากันทั้ง 2 ก้อนติดที่อยู่ที่ปลายของแท่งวัตถุที่แขวนไว้ เมื่อเริ่มทำการทดลองจะนำวัตถุมวล M ขนาดใหญ่อีก 2 ก้อน มาใกล้ ๆ วัตถุมวล m ทั้งสอง วัตถุมวล M และวัตถุมวล m ก็จะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกันทำให้แท่งวัตถุที่แขวนเบี่ยงเบนออกไปจากแนวเดิม เมื่อทราบมวลของวัตถุทั้งสอง และทราบขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวล ก็จะคำนวณหาค่า G ได้



บริเวณที่ไม่มีมวลขนาดใหญ่มาก ๆ อยู่ใกล้ ๆ จะไม่มีแรงโน้มถ่วง