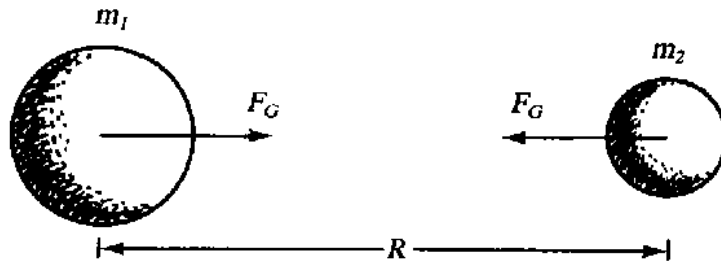


แรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

นิวตันเสนอกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลได้ว่า "วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลวัตถุทั้งสองและจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสองนั้น"



รูป 1

ตามกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลที่นิวตันเสนอ พิจารณาจากรูป 1 เราจะสามารถเขียนได้ว่า

$$F_G = \frac{Gm_1m_2}{R^2} \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ m_1 และ m_2 เป็นมวลของวัตถุแต่ละก้อน มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

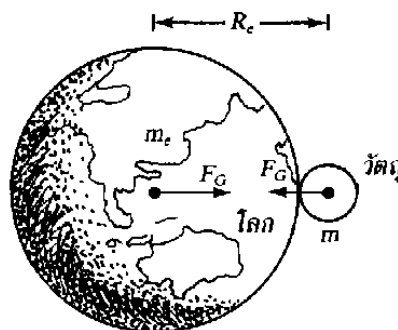
R เป็นระยะระหว่างมวล m_1 กับ m_2 มีหน่วยเป็น เมตร

G เป็นค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล เท่ากับ 6.673×10^{-11} นิวตัน – เมตรต่อกิโลกรัม²

F_G เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล m_1 กับ m_2 มีหน่วยเป็น นิวตัน

แรง F_G ตามกฎของนิวตันมีความหมายว่า เป็นแรงดูดอย่างเดียวไม่มีแรงผลัก และเป็นแรงกระทำร่วม กล่าวคือมวล m_1 และ m_2 ต่างฝ่ายต่างดูดซึ่งกันและกันด้วยแรงขนาด ตามสมการ (1) แต่ทิศทางตรงข้ามกัน ไม่มีใครดูดใครมากกว่าใคร

ก. มวลของโลก



รูป 2

จากรูป 2 วัตถุมวล m อยู่ที่ผิวโลกซึ่งมีมวล m_e มีรัศมี R_e วัตถุและโลกต่างดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรง F_G มีค่าเป็น

$$F_G = \frac{Gm_em}{R_e^2} \dots\dots\dots(2)$$

แรงที่วัตถุและโลกต่างดึงดูดซึ่งกันและกันนี้แท้จริงคือน้ำหนักของวัตถุนั้นเอง ดังนั้นถ้า g เป็นอัตราเร่งโน้มถ่วงที่ผิวโลกจากสมการ (2) จะเขียนใหม่ได้เป็น

$$mg = \frac{Gm_e m}{R_e^2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$m_e = \frac{gR_e^2}{G} \quad \dots\dots\dots(3)$$

สมการ 3 เป็นสมการที่แสดงค่ามวลของโลก ซึ่งถ้าทราบรัศมีของโลกเราจะสามารถคำนวณมวลของโลกได้สมมติถ้ารัศมีของโลกเท่ากับ 6.38×10^6 เมตร จะได้มวลของโลก m_e เท่ากับ

$$m_e = \frac{(9.8)(6.3 \times 10^6)^2}{6.67 \times 10^{-11}}$$

$$\therefore m_e = 5.98 \times 10^4 \text{ kg} \quad \dots\dots\dots(4)$$

ข. ความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งห่างจากโลก ในการ

พิจารณามวลของโลก เราจะไม่ได้สมการ(2) ถ้าเราตัดมวล m ทั้งสองข้างจะได้

$$g = \frac{Gm_e}{R_e^2} \quad \dots\dots\dots(5)$$

จากสมการ (5) จะเห็นว่า ค่า g ซึ่งเป็นค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง จะมีค่าขึ้นกับรัศมีโลก R_e หรืออาจกล่าวให้ชัดเจนขึ้นว่า g ขึ้นกับระยะทางห่างจากโลกออกไป กล่าวคือ g จากเมื่อระยะทางน้อย และ g จะน้อยเมื่อระยะทางมาก หรือกล่าวสรุปว่า g แปรผกผันกับระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของโลก ยกกำลังสอง

ค. ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งลึกลงไปใต้ผิวโลก

ในกรณีที่พิจารณา g ที่ตำแหน่งลึกลงไปใต้ผิวโลกจะพบว่า g แปรผันโดยตรงกับระยะจากศูนย์กลางของโลกถึงตำแหน่งที่พิจารณา และมีค่าเป็นศูนย์ที่จุดศูนย์กลางของโลก โดยจะได้

$$g = \frac{4}{3} G \pi \rho R \quad \dots\dots\dots(6)$$

เมื่อ ρ เป็นความหนาแน่นของโลก และ R เป็นระยะจากศูนย์กลางโลกถึงตำแหน่งพิจารณา

แบบฝึกหัดเรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวล

1. ดาว A มีมวล 6×10^{20} กิโลกรัม มียานอวกาศมวล 5×10^2 กิโลกรัม โคจรอยู่รอบเป็นวงกลมรัศมี 5×10^7 กิโลเมตร ดาว A จะมีแรงดึงดูดยานอวกาศนี้เท่าใด

วิธีทำ

2. จงหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ณ.จุดที่ห่างจากใจกลางโลก 10000 กิโลเมตร กำหนดมวลโลก = 6×10^{24} กิโลกรัม

วิธีทำ

3. ดาวเทียมดวงหนึ่งถูกส่งขึ้นไปโคจรห่างจากผิวโลกเป็น 2 เท่าของรัศมีโลก ดาวเทียมดวงนี้ จะมีค่าความเร่งเนื่องจากสนามความโน้มถ่วงเป็นเท่าใด (กำหนด ความเร่งที่ผิวโลก = g)

วิธีทำ

4. ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีมวลมากกว่าโลก 2 เท่า แต่มีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของโลก จงหาค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงที่ผิวของดาวเคราะห์ดวงนั้น (กำหนด ความเร่งที่ผิวโลก = g)

วิธีทำ

5. ถ้ามวลของดวงจันทร์เป็น $1/80$ เท่าของโลก และรัศมีเป็น $1/4$ เท่าของรัศมีโลกให้มวลโลกเป็น M และรัศมีโลกเป็น R G เป็นค่านิจความโน้มถ่วงสากล วัตถุที่ตกอย่างอิสระบนดวงจันทร์จะมีความเร่งเท่าใด (g คือ ความเร่งที่ผิวโลก)

