

การเคลื่อนที่และพลังงาน

บทที่ 1 การเคลื่อนที่

รองศาสตราจารย์เพียว ยินดีสุข

การเคลื่อนที่ของวัตถุ คือ การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจากตำแหน่งเดิมไปยังตำแหน่งใหม่ในช่วงเวลาหนึ่ง

ปริมาณ แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. **ปริมาณสเกลาร์** คือ ปริมาณที่บอกแต่ขนาดอย่างเดียวก็ได้ความหมายสมบูรณ์ เช่น ระยะทาง มวล ปริมาณงาน เป็นต้น

2. **ปริมาณเวกเตอร์** คือ ปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาด และทิศทาง เช่น ความเร็ว ความเร่ง เป็นต้น

1. การเคลื่อนที่ในแนวตรง

ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

1.1 **ระยะทาง** (distance , s) หมายถึง ความยาวตามเส้นทางการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิมไปยังตำแหน่งใหม่ มีหน่วยเป็น เมตร (m) ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์

1.2 **อัตราเร็ว** (speed , v) หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น m / s

1.3 **อัตราเร็วเฉลี่ย** =
$$\frac{\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้}}$$

1.4 **อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง** หมายถึง อัตราเร็ว ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง หรือ อัตราเร็วที่จุดใดจุดหนึ่ง เช่น อัตราเร็วที่อ่านได้จากมาตรวัดในรถยนต์ หรือ รถจักรยานยนต์

การทดลองหาอัตราเร็วเฉลี่ย

• ใช้เครื่องมือเคาะสัญญาณเวลาต่อกับคาบต่างศักย์ 4 – 6 โวลต์ สอดแถบกระดาษใต้กระดาษคาร์บอน ทำให้คันเคาะสั่น 50 ครั้งต่อวินาที ปรากฏจุดต่างๆ เรียงกันบนแถบกระดาษ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ระหว่างจุด 2 จุด = 1 วินาที

ถ้าอัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ได้ต่อหนึ่งช่วงวินาทีมีค่าเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ เรียกว่า วัตถุนั้นมีอัตราเร็วคงที่

1.5 ความเร็ว (velocity) คือ การกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที เป็นปริมาณเวกเตอร์

1.6 การกระจัด (displacement) หมายถึง ระยะทางตรงจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ หรือ ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างตำแหน่งเริ่มเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งสิ้นสุดของการเคลื่อนที่เป็นปริมาณเวกเตอร์

$$1.7 \text{ ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลาที่ใช้ในช่วงนั้น}}$$

ตัวอย่าง รถยนต์เคลื่อนที่ในทางทิศตะวันออกเป็นระยะทาง 120 m. ในเวลา 20 วินาที รถคันนี้มีอัตราเร็วเฉลี่ย และความเร็วเฉลี่ยเท่าใด

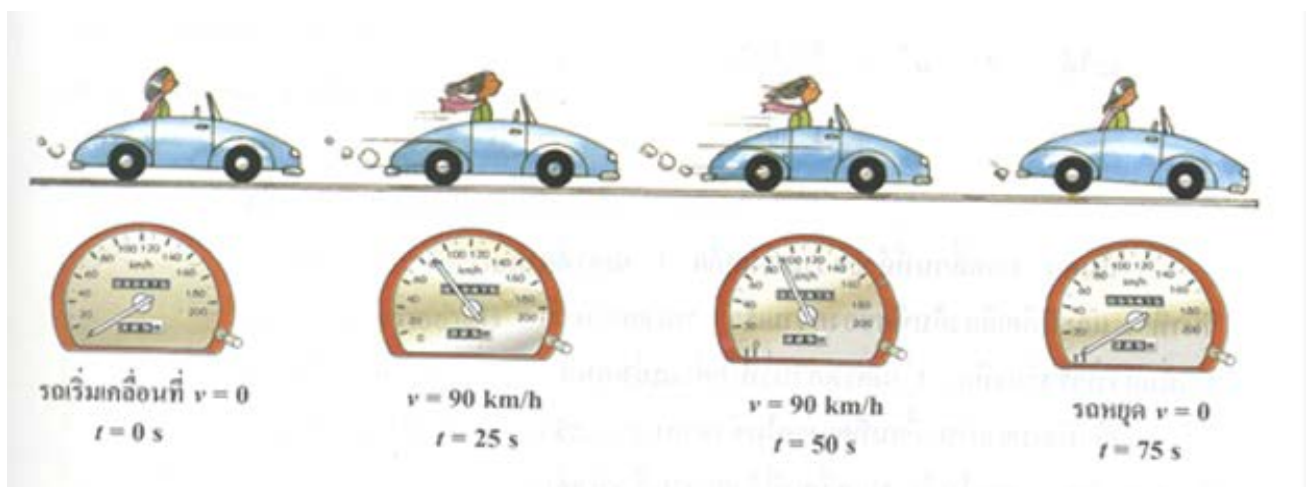
1.8 ความเร่ง

ความเร่ง เป็น ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น เมตร / วินาที² ($\frac{m}{s^2}$)

$$\text{ความเร่งเฉลี่ย} = \frac{\text{ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้}} = \frac{\text{ความเร็วปลาย} - \text{ความเร็วต้น}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้}}$$

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \left(\begin{array}{l} a = \text{ความเร่งเฉลี่ย} \\ v_1 = \text{ความเร็วต้น (ขณะเวลา } t_1 \text{)} \\ v_2 = \text{ความเร็วปลาย (ขณะเวลา } t_2 \text{)} \end{array} \right)$$

ตัวอย่าง



การเคลื่อนที่ของรถจากจุดหยุดนิ่ง ($v = 0$) จนมีความเร็วเป็น 90 กิโลเมตร / ชั่วโมง ในเวลา 25 วินาที จะเห็นได้ว่ารถมีความเร็วเพิ่ม หรือ รถเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง จงคำนวณหาความเร่งเฉลี่ยของรถในช่วงเวลา 25 วินาที

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{90 - 0 \text{ km/h}}{25 - 0 \text{ s}} = \frac{90 \times 1000 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s} \times 25} \\
 &= \frac{90 \times 10 \text{ m}}{6 \times 6 \times 25} \times \frac{1}{25 \text{ s}} = \frac{90 \times 10}{6 \times 6 \times 25} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

ตัวอย่าง



จากภาพจงหาความเร่งเฉลี่ยของรถ

2. การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (motion under gravity)

การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระภายใต้แรงดึงดูดของโลกเพียงอย่างเดียว

การปล่อยวัตถุให้ตกในแนวดิ่ง วัตถุจะมีความเร็วมากขึ้นอย่างสม่ำเสมอ นั่นคือ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว

ความเร่งโน้มถ่วง (gravitational acceleration , g) หมายถึง ความเร่งในการตกของวัตถุลงสู่พื้น ซึ่งมีค่า 9.8 m/s^2 แสดงว่า ในทุก ๆ 1 วินาที วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้นประมาณ 9.8 m/s

3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile motion)

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หมายถึง แนวการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นโค้งพาราโบลา สาเหตุที่ทำให้แนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง และ การที่ความเร็วในแนวดิ่งเพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

ตัวอย่างการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง เช่น การโยนแตงโมของชาวสวน การเล่นแชร์บอล การตีเทนนิส การพุ่งแหลน การโยนลูกบาสเกตบอล เป็นต้น

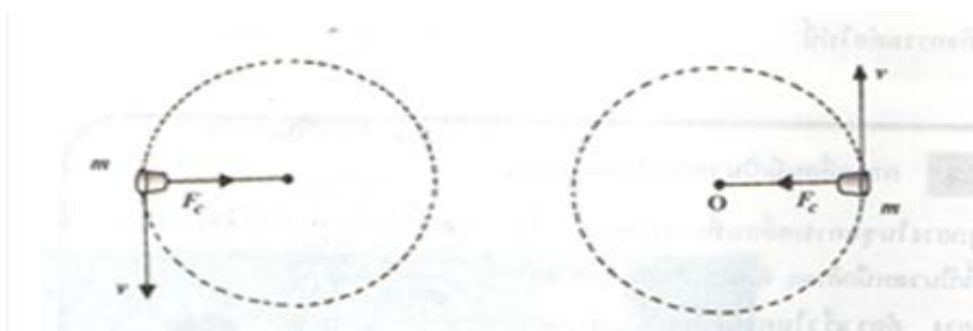
4. การเคลื่อนที่แบบวงกลม (Circular motion)

การเคลื่อนที่แบบวงกลม หมายถึง การเคลื่อนที่โค้งเป็นวง เป็นการเคลื่อนที่ที่วัตถุจะเคลื่อนที่กลับมาซ้ำทางเดิมเสมอ เช่น การเหวี่ยงวัตถุที่ผูกเชือกเป็นวงกลมเหนือศีรษะ การโคจรของโลกและดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์

การเคลื่อนที่แบบวงกลมมีความสัมพันธ์กับสิ่งต่อไปนี้

- 4.1 เส้นทางเดินของวัตถุที่เคลื่อนที่
- 4.2 อัตราเร็วในการเคลื่อนที่
- 4.3 ความยาวของเชือก (รัศมีของวงกลม)
- 4.4 แรงดึงเชือก

แรงสู่ศูนย์กลาง (centripetal force , F_c) หมายถึง แรงกระทำต่อวัตถุ ซึ่งมีทิศเข้าหาศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ ดังภาพ



แรงสู่ศูนย์กลาง (centripetal force , F_c) หมายถึง แรงกระทำต่อวัตถุ ซึ่งมีทิศเข้าหาศูนย์กลางของการเคลื่อนที่

การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ได้เนื่องจาก 1. มีแรงสู่ศูนย์กลาง (F_c) กระทำต่อโลก 2. มีแรงโน้มถ่วงที่ดวงอาทิตย์ดึงดูดโลกซึ่งมีทิศทางสู่ศูนย์กลาง

เซอร์ ไอแซค นิวตัน เสนอกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล (Law of gravity) มีใจความว่า วัตถุทุกชนิดในเอกภพจะส่งแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุจะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสอง และ แปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง

ในการเคลื่อนที่แบบวงกลม ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียก **คาบ (period)** ใช้สัญลักษณ์เป็น T มีหน่วยเป็น วินาที จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ใน 1 หน่วยเวลา เรียก **ความถี่ (frequency)** ใช้สัญลักษณ์เป็น f มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที (cycle per second) หรือ เฮิรตซ์ (hertz = Hz)

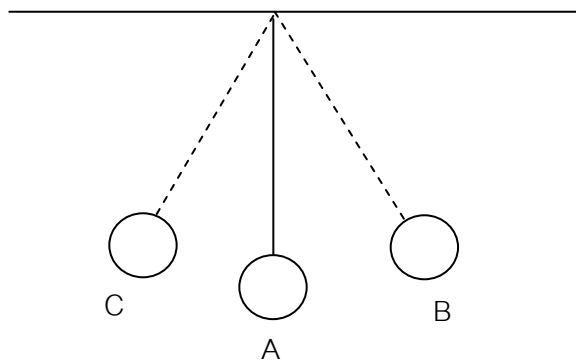
ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับคาบเป็นดังสมการ

$$f = \frac{1}{T}$$

ตัวอย่าง ดาวเทียมไทยพัฒน์โคจรรอบโลก 1 รอบในเวลา 101 นาที คาบและความถี่ของการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร

5. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (simple harmonic motion)

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย หมายถึง การเคลื่อนที่ที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมโดยมุมที่เบนจากแนวตั้งซึ่งเป็นค่าสูงสุดคงตัวตลอด



การเคลื่อนที่และพลังงาน

บทที่ 2 สนามของแรง

รองศาสตราจารย์เพียว ยินดีสุข

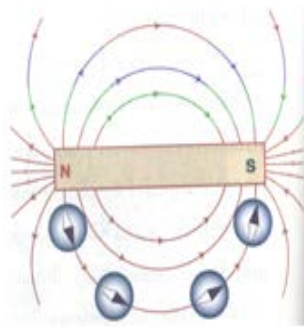
แรง (Force) หมายถึง อำนาจอย่างหนึ่งที่ทำต่อวัตถุ

สนาม (Field) หมายถึง บริเวณที่มีแรงกระทำต่อวัตถุ

สนามแม่เหล็ก (magnetic field) หมายถึง บริเวณที่มีแรงแม่เหล็กกระทำ

การทดลองหาสนามแม่เหล็กและเส้นสนามแม่เหล็ก

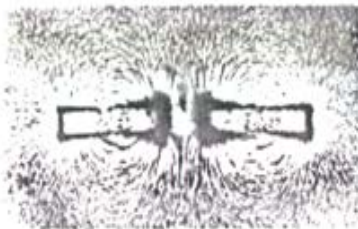
เส้นสนามแม่เหล็ก (magnetic field line) หมายถึง แนวการเรียงตัวของผงเหล็กรอบแท่งแม่เหล็ก



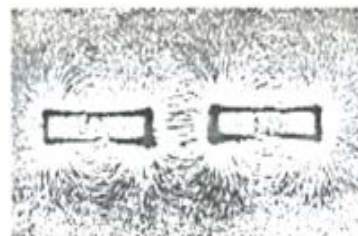
การวางตัวของเข็มทิศในแนวเส้นสนามแม่เหล็ก

ลักษณะเส้นสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็ก 2 แท่งที่วางในลักษณะต่าง ๆ

ก. หัวขั้วชนิดเดียวกันเข้าหากัน



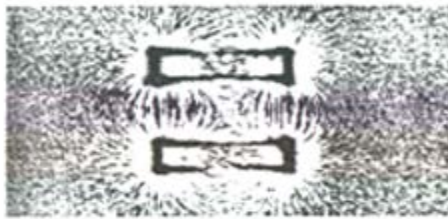
ข. หัวขั้วต่างชนิดเข้าหากัน



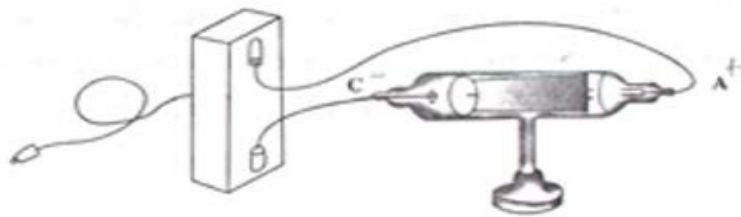
ก. วางขนำนและหันขั้วชนิดเดียวกันไปทางเดียวกัน



ง. วางขนำนและหันขั้วต่างชนิดเข้าหากัน



ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

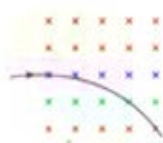


ภาพการต่อหลอดรังสีแคโทด

1. ต่อขั้วทั้งสองของหลอดรังสีแคโทดเข้ากับเครื่องจ่ายไฟตรง โวลต์สูง เปิดสวิตช์ของแหล่งจ่ายไฟ
2. นำขั้วเหนือของแม่เหล็กเข้าใกล้หลอด
3. สลับขั้วใต้ของแม่เหล็กเข้าใกล้หลอด

เมื่อลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก จะถูกแรงแม่เหล็ก (magnetic force) กระทำ ทำให้แนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป ดังภาพ

ลำอิเล็กตรอน



เมื่อหันขั้วเหนือเข้าใกล้หลอด
(X แทน สนามแม่เหล็กที่มีทิศ
พุ่งเข้าและตั้งฉากกับกระดาษ

ลำอิเล็กตรอน



เมื่อหันขั้วใต้เข้าใกล้หลอด
(X แทน สนามแม่เหล็กที่มีทิศ
พุ่งออกและตั้งฉากกับกระดาษ

แรงแม่เหล็กและแนวการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก

โทรทัศน์

เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีส่วนประกอบสำคัญ คือ หลอดภาพซึ่งทำงานโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก

หลอดภาพมีส่วนประกอบ 3 ส่วน ได้แก่

1. ขั้วแคโทด (ปืนอิเล็กตรอน) ทำหน้าที่ผลิตลำอิเล็กตรอน
2. จอเรืองแสง มีสารเรืองแสงฉาบไว้ ทำให้เกิดจุดสว่างเมื่อมีอิเล็กตรอนตกกระทบ
3. ขดลวดเบี่ยงเบน ทำหน้าที่ผลิตสนามแม่เหล็ก เพื่อเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอน และ ควบคุมให้ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่กวาดไปมาบนจอภาพในแนวระดับด้วยความเร็วสูงมากทำให้เกิดภาพ

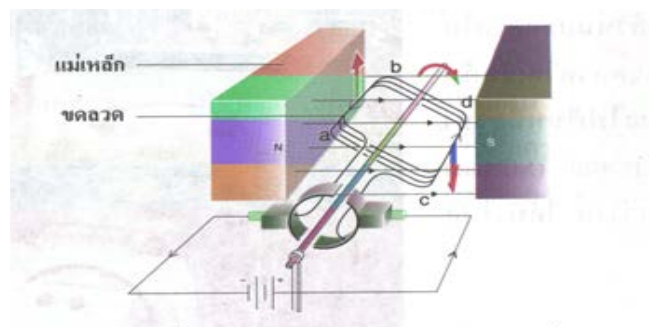
ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

หลักการ กระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำซึ่งวางตัดกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำ ทำให้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ ทิศของแรงแม่เหล็กขึ้นอยู่กับทิศของกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้า พัดลม เครื่องดูดฝุ่น สว่านไฟฟ้า



ภาพแสดงหลักการการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) ค้นพบกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ คือ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการหมุนขดลวดในสนามแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็กโลก (Earth 's magnetic field)

เป็นสนามแม่เหล็กปกคลุมทั้งโลก เหมือนมีแม่เหล็กขนาดใหญ่ฝังอยู่ใต้โลก โดยวางตัวในแนวเหนือใต้
ประโยชน์ของสนามแม่เหล็กโลก คือ ป้องกันอันตรายจากลมสุริยะ (solar wind) ซึ่งเป็นกระแสอนุภาคที่มีประจุ (ส่วนใหญ่เป็นโปรตรอน และ อิเล็กตรอน)

สนามไฟฟ้า

แรงไฟฟ้า (electric force) หมายถึง แรงที่ดึงดูดวัตถุเล็ก ๆ ได้

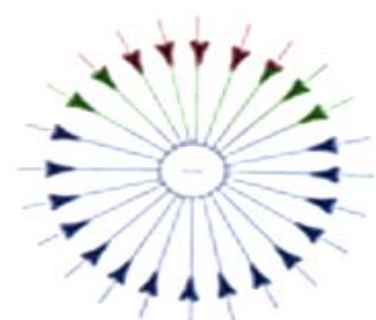
ประจุไฟฟ้า (electric charge) หรือ ประจุ มีทั้ง + และ -

สนามไฟฟ้า (electric field) เป็นบริเวณที่มีประจุไฟฟ้า

ดังภาพ



ก. ประจุบวก (โปรตรอน)



ข. ประจุลบ (อิเล็กตรอน)

ภาพสนามไฟฟ้าของประจุไฟฟ้า

การทดลองเส้นสนามไฟฟ้า

1. ต่อขั้วไฟฟ้าซึ่งเป็นโลหะกับเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์สูง
2. นำขั้วทั้งสองแตะบนกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาด ๆ ที่วางบนแผ่นกระจก ให้ขั้วทั้งสองห่างกัน 4 cm.
3. โรยผงต่างทับทิมบดละเอียดบนกระดาษกรอง กระจายผงต่างทับทิม ให้สม่ำเสมอระหว่างขั้วและรอบขั้ว
4. เปิดเครื่องจ่ายไฟโวลต์สูง

เส้นสนามไฟฟ้า (electric field line) หมายถึง เส้นที่แผ่กระจายตามแนวต่าง ๆ ระหว่างขั้วและรอบขั้ว อนุภาคที่มีประจุบวกจะถูกแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ แรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาค ให้เคลื่อนที่

ในทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า อนุภาคที่มีประจุลบจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า

สนามโน้มถ่วง (Gravitational field)

โลกมีสนามโน้มถ่วงอยู่รอบโลก ซึ่งเป็นแรงทำให้เกิดแรงดึงดูดกระทำต่อมวลของวัตถุทั้งหมด

สนามโน้มถ่วง = 9.8 N/kg หมายความว่า วัตถุมวล 1 กิโลกรัม อยู่ในสนามโน้มถ่วงจะถูกแรงโน้มถ่วง 9.8 N กระทำในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางโลก

แรงโน้มถ่วง (Gravitational force) คือ แรงดึงดูดที่กระทำต่อมวลของวัตถุทั้งหลาย

ความเร่งโน้มถ่วง มีค่า 9.8 m/s^2