



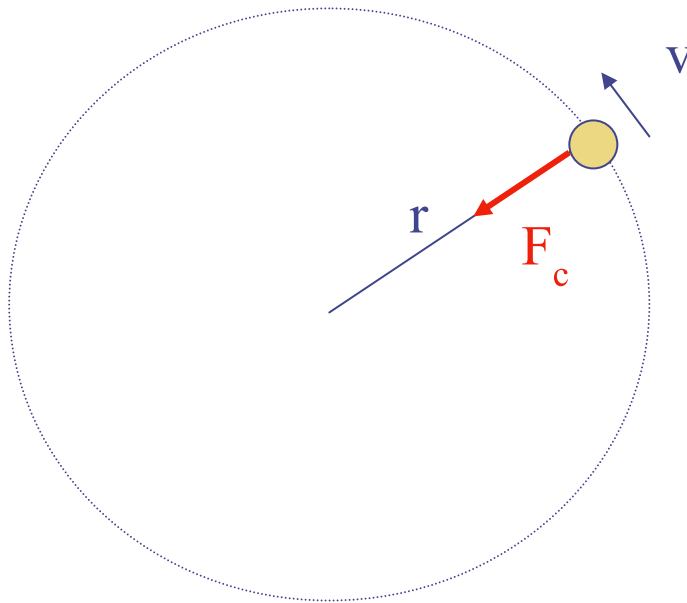
การเคลื่อนที่ในแนววงกลม (circular motion)

แรงสู่ศูนย์กลาง

การเคลื่อนที่ในแนววงกลม เช่น การเหวี่ยงลูกตุ้มให้หมุนไปรอบตัว การโคจรของดาวเทียมรอบโลก เป็นต้น จำเป็นต้องอาศัยแรงชนิดหนึ่งที่มีทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลางของแนววงกลมนั้น เพื่อรักษาให้การเคลื่อนที่ดังกล่าวเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง แรงนี้คือ **แรงสู่ศูนย์กลาง**

หาได้จาก

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$



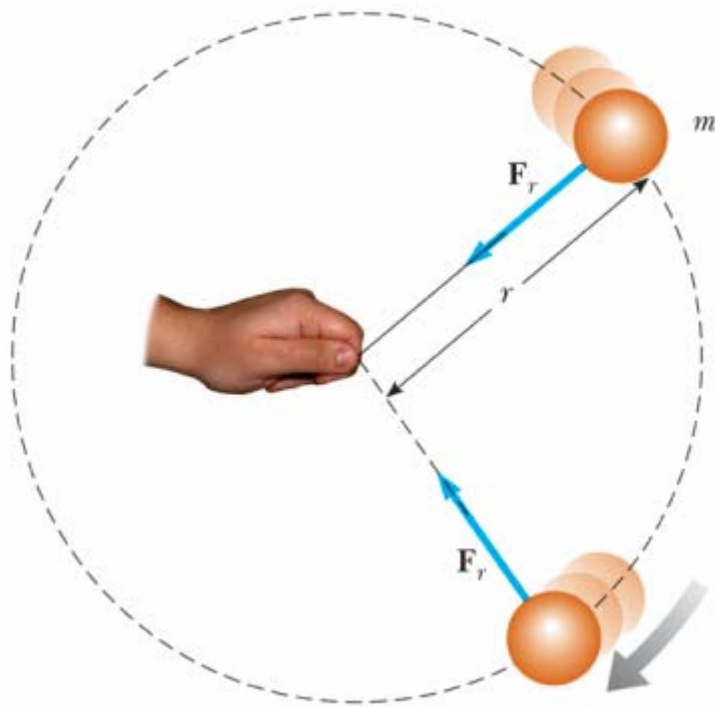
เมื่อ v คือความเร็วเชิงเส้นของวัตถุที่

กำลังเคลื่อนที่ในแนววงกลม

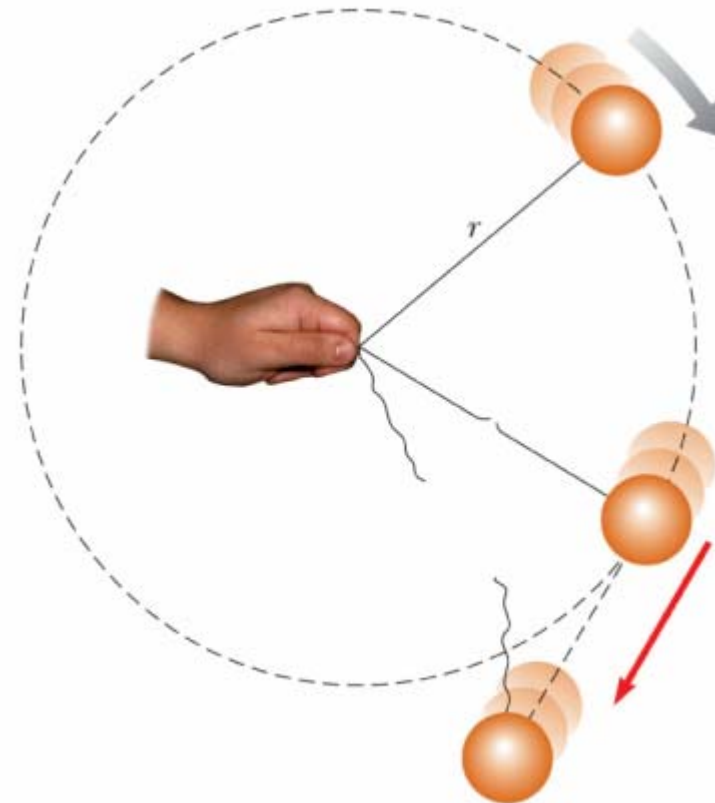
m คือ มวล

F_c คือแรงสู่ศูนย์กลาง

เมื่อเหวี่ยงวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนววงกลม ให้เร็วขึ้น จะต้องมีความถี่ศูนย์กลางมากขึ้น เป็นผลให้เกิดแรงตึงในเส้นเชือกมากขึ้น



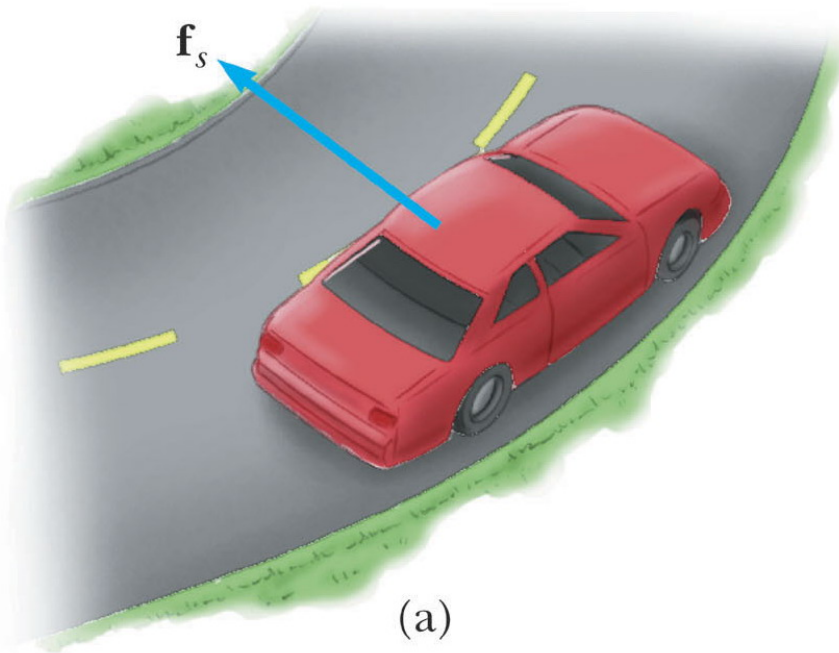
ถ้าเหวี่ยงให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วมากๆ จะเกิดแรงตึงในเส้นเชือกมากๆ จึงเป็นผลให้เชือกอาจขาดได้



ดร สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ

ตัวอย่าง

รถยนต์มวล 1000 kg แล่นเข้าโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 35 m ด้วยความเร็ว 20 m/s ต้องใช้แรงสู่ศูนย์กลางเท่าไร



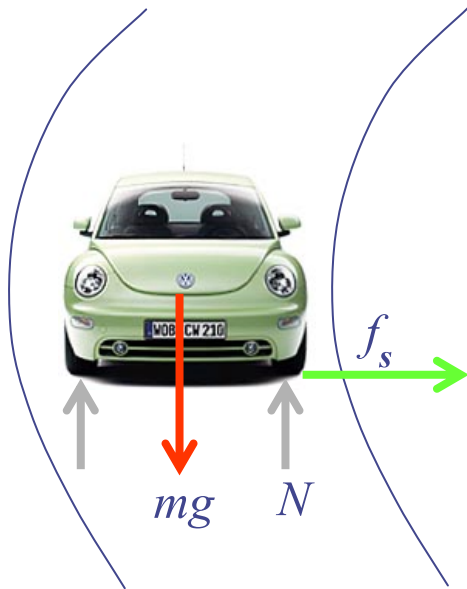
$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$
$$= \frac{1000 (20.0)^2}{35.0}$$
$$F_c = 1.14 \times 10^4 \text{ N}$$

แรงเสียดทานสถิต ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง

ตัวอย่าง

รถยนต์มวล 1500 kg เล่นบนถนนโค้งในแนวระดับ รัศมี 35.0 m ยางกับถนนมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต 0.5 จงหาอัตราเร็วสูงสุดที่รถสามารถผ่านโค้งได้

ถ้าใช้แรงสู่ศูนย์กลางที่มีค่ามากกว่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างยางล้อกับถนน จะทำให้รถไถล หรือหลุดโค้งได้ ดังนั้น ความเร็วที่มากที่สุด จะต้องทำให้แรงสู่ศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับแรงเสียดทาน



$$F_c \leq f_s$$

$$v \leq \sqrt{\mu_s gr}$$

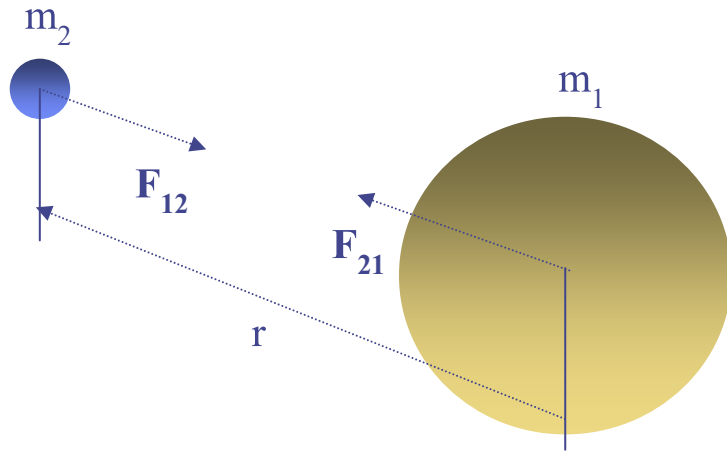
$$\frac{mv^2}{r} \leq \mu_s N$$

$$v_{\max} = \sqrt{\mu_s gr}$$

$$\frac{mv^2}{r} \leq \mu_s mg$$

$$\begin{aligned} v_{\max} &= \sqrt{(0.5)(9.8)(35.0)} \\ &= 13.1 \text{ m/s} \end{aligned}$$

แรงดึงดูดระหว่างมวลและแรงโน้มถ่วง



มีการทดลองหลายครั้งจากการสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงดาว พบว่าแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นส่วนกลับกำลังสองของระยะห่าง

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

จากกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

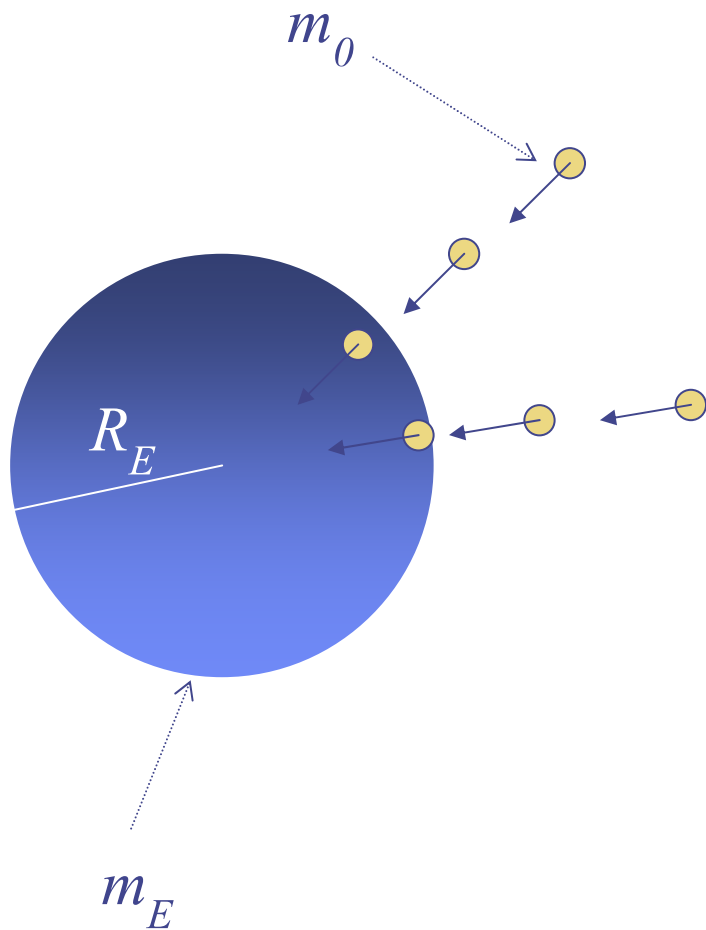
$$F_{12} = -F_{21} = F$$

ต่อมานิวตันสร้างสมการแรงดึงดูดระหว่างมวลเป็น

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

โดยที่ G = Universal Gravitational Constant
และ $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

ความเร่งเนื่องจากสนามโน้มถ่วงของโลก



วัตถุตกอย่างอิสระใกล้ผิวโลก

ด้วยความเร่งเนื่องจากสนามโน้มถ่วงโลก

$$F = mg$$

$$F = \frac{Gm_0 m_E}{r^2}$$

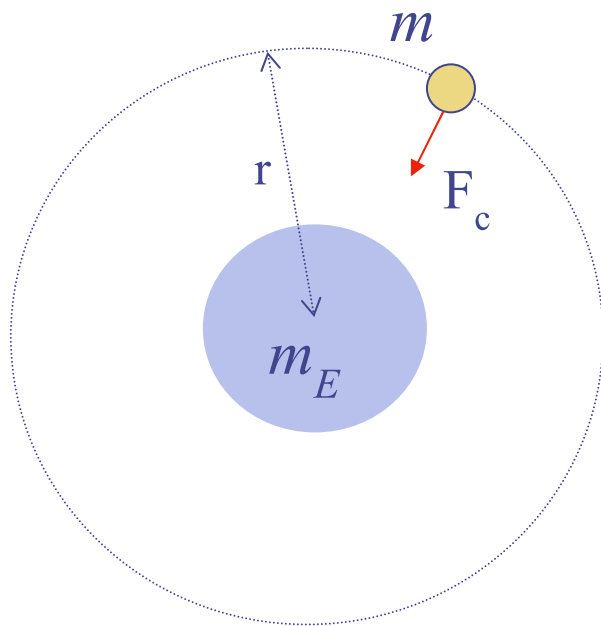
$$m_0 g = \frac{Gm_0 m_E}{R_E^2}$$

$$g = \frac{Gm_E}{R_E^2} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

ตัวอย่าง (การบ้าน)

ถ้าวัดความเร่งเนื่องจากสนามโน้มถ่วงของดวงจันทร์ได้ 1.63 m/s^2 และถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางมีค่า $3.48 \times 10^3 \text{ km}$ อยากทราบมวลของดวงจันทร์

การโคจรของดาวเทียม



แรงที่โลกกระทำกับดาวเทียม คือแรงดึงดูดระหว่างมวล

$$F_g = \frac{Gm_E m}{r^2}$$

และในการโคจรของดาวเทียมรอบโลกนั้น แรงสู่ศูนย์กลางต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับแรงดึงดูดระหว่างมวล ที่โลกกระทำกับดาวเทียม

$$F_c = F_g$$

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{Gm_E m}{r^2}$$

$$\frac{v^2}{r} = \frac{GM_E}{r^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_E}{r}}$$

ตัวอย่าง

ดาวเทียมไทพัฒ อยู่สูงจากพื้นโลก 815 km อยากทราบคาบการโคจรรอบโลก

$$r = R_E + h$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_E}{r}} = \sqrt{\frac{GM_E}{R_E + h}}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$$

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

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

$$v = \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11})(5.98 \times 10^{24})}{(6.37 \times 10^6) + (815 \times 10^3)}} = 7.45 \times 10^3 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T} \quad T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(6.37 \times 10^6 + 815 \times 10^3)}{7.45 \times 10^3}$$

$$T = 6.06 \times 10^3 \text{ s} = 101 \text{ นาที} = 1 \text{ ชั่วโมง } 41 \text{ นาที}$$