

# บรรยาย 2 แรง กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่

## ทพชท122 วิชาฟิสิกส์ ภาคต้น ปีการศึกษา 2564

อ.อุดม รอบคอบ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ม.มหิดล

12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

# หัวข้อบรรยาย

- กฎของนิวตัน
- กรณีสัมพัทธ์
- แรงโน้มถ่วง
- แรงเสียดทาน
- แรงหนีศูนย์กลาง
- แรงบิด

# กฎของนิวตัน

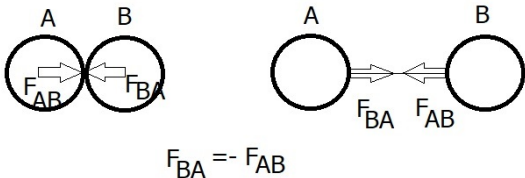
- การเคลื่อนที่ที่ถูกบรรยายด้วยตำแหน่ง และความเร็ว ที่เวลาต่างๆ
- การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ สืบเนื่องจากการมีความเร่ง
- ไอแซค นิวตัน ระบุว่า ความเร่ง มีผลมาจากแรงกระทำ และได้บรรยาย การกระทำของแรง ในสามขั้นตอน ซึ่งเรียกว่า *กฎของนิวตัน* ดังต่อไปนี้
  - กฎข้อที่ 1 เมื่อไม่มีแรงกระทำบนวัตถุ (แรงกระทำเป็นศูนย์) วัตถุจะรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิม (การกำหนดกรอบเฉื่อย)
  - กฎข้อที่ 2 เมื่อมีแรงไม่เป็นศูนย์ กระทำบนวัตถุ วัตถุจะมีความเร่ง โดยที่ ความเร่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับแรงกระทำ

$$a_x \propto F_x \rightarrow a_x = \frac{F_x}{m}, F_x = ma_x$$

โดยที่  $m$  คือ มวลเฉื่อย ขึ้นอยู่กับขนาด และธรรมชาติของวัตถุ หน่วยของมวลถูกกำหนดเป็น กิโลกรัม (kg) ดังนั้น แรงจะมีหน่วยเป็น  $kg - m/s^2 = \text{Newton} : N$

- กฎของนิวตัน (ต่อ)

- กฎข้อที่ 3 การกระทำของแรง มีลักษณะเป็น แรงกิริยา = แรงปฏิกิริยา (action = reaction)



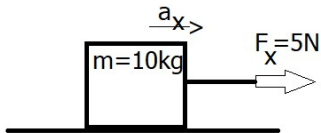
- ข้อสังเกต

- การไม่ใช่กรอบเฉื่อย จะทำให้เห็น *แรงเทียม* ที่ไม่มีอยู่จริง
- การวิเคราะห์แรงกระทำบนวัตถุใดๆ ต้องใช้แผนภาพการกระทำของแรง และรวมแรง กระทำให้ครบถ้วน (แรงลัพธ์)

# กรณีตัวอย่าง

- ตัวอย่าง 1

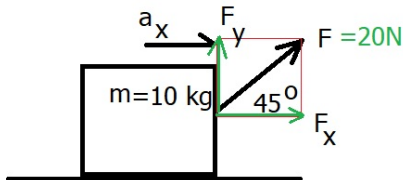
$$F_x = 5N, m = 10kg, a_x = \frac{5}{10} = 0.5m/s^2$$



- ตัวอย่าง 2

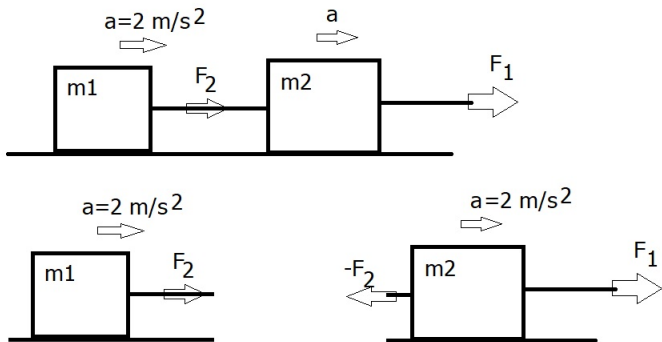
$$F = (F_x, F_y), F_x = F \cos 45^\circ = 14.1\text{N}, m = 10\text{kg},$$

$$\rightarrow a_x = \frac{14.1}{10} = 1.41\text{m/s}^2$$



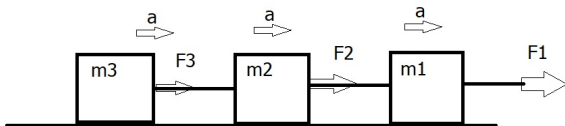
- ตัวอย่าง 3  $m_1 = 10\text{kg}$ ,  $m_2 = 20\text{kg}$

$$F_2 = 10 \times 2 = 20\text{N}, \quad F_1 - 20\text{N} = 20 \times 2 = 40\text{N} \rightarrow F_1 = 60\text{N}$$



# งานในห้อง 1

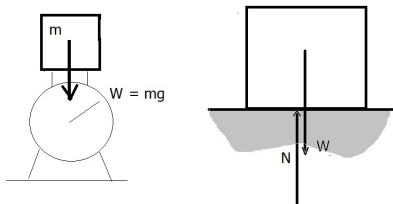
- กำหนดให้  $m_1 = 10\text{kg}$ ,  $m_2 = 15\text{kg}$ ,  $m_3 = 20\text{kg}$ ,  $a = 1\text{m/s}^2$   
ให้คำนวณ  $F_1, F_2, F_3$





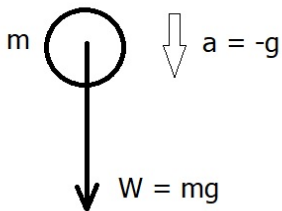
# แรงโน้มถ่วง

- แรงโน้มถ่วง หรือ น้ำหนักของวัตถุ มีขนาด  $W = mg$  ในแนวตั้งลงเสมอ  $m$  ในที่นี้ คือมวลโน้มถ่วง (gravitational mass) แต่พบว่า มีค่าเท่ากับ มวลเฉื่อย (inertial mass) และ  $g$  คือค่าความโน้มถ่วงจากการตกอิสระของวัตถุ ภายใต้แรงโน้มถ่วง จะมีความเร่ง  $a_y = -g = -10\text{m/s}^2$  เราเลยเข้าใจว่า  $g = 10\text{m/s}^2$

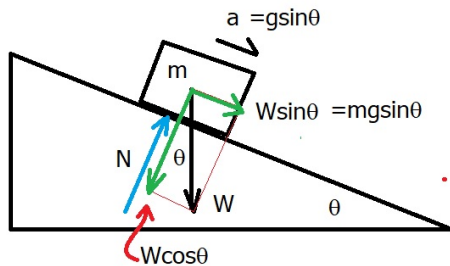


- วัตถุวางบนพื้นไม่มีความเร่ง แสดงว่ามีสมดุลย์จากแรง  $N$  ที่พื้นกระทำบนวัตถุ กับน้ำหนักของวัตถุเอง  $N - W = 0 \rightarrow W = N$

- กรณีตัวอย่าง 1 การตกอิสระ (fig7)  $a = -g = -10\text{m/s}^2$   
ในแนวตั้งลง



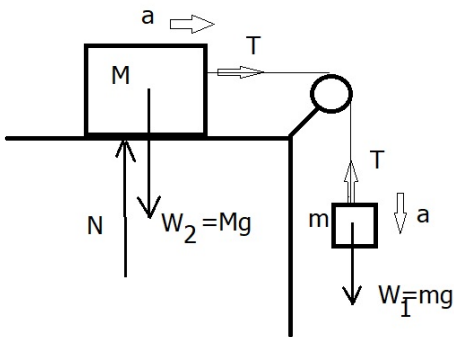
- กรณีตัวอย่าง 2 การเคลื่อนที่บนพื้นเอียงลื่น (fig8)  $a = g \sin \theta$



- กรณีตัวอย่าง 3 ลูกตุ้มน้ำหนักของวัตถุบนพื้นราบ (fig9)

$$N = Mg, \quad mg - T = ma, \quad T = Ma$$

$$\rightarrow mg = (m + M)a, \quad a = \frac{mg}{m + M}$$

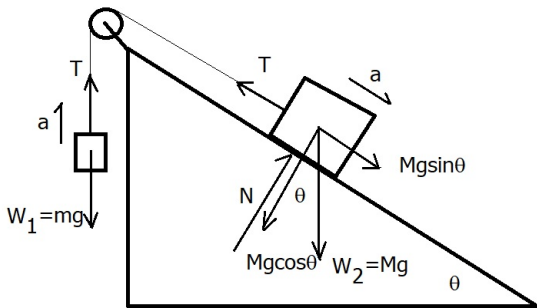


- กรณีตัวอย่าง 4 ลูกตุ้มน้ำหนักของวัตถุบนพื้นเอียง (fig10)

$$N = Mg \cos \theta, \quad Mg \sin \theta - T = Ma, \quad T - mg = ma$$

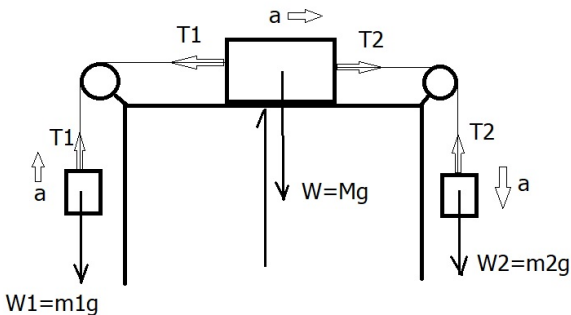
$$T = m(g + a) \rightarrow Mg \sin \theta - mg = (m + M)a$$

$$\rightarrow a = \frac{Mg \sin \theta - mg}{m + M}$$



## งานในห้อง 2

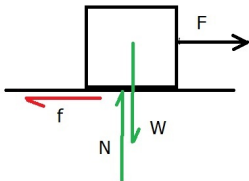
- กำหนดให้  $m_1 = 5\text{kg}$ ,  $m_2 = 10\text{kg}$ ,  $M = 40\text{kg}$  ให้คำนวณ  $a$  ทั้งขนาด และทิศทาง (fig11)



# แรงเสียดทาน

- แรงเสียดทาน = แรงต้านการเคลื่อนที่ ถูกกำหนดให้ขึ้นอยู่กับขนาดน้ำหนักของวัตถุ และ ลักษณะผิวสัมผัสวัตถุกับพื้น ในรูปของ สปส แรงเสียดทาน  $\mu$  ดังนี้

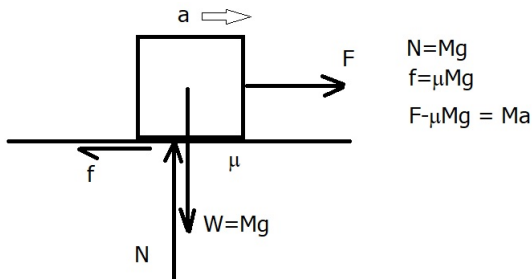
$$f = \mu N$$



- แรงเสียดทานสถิตย์ และแรงเสียดทานจลน์

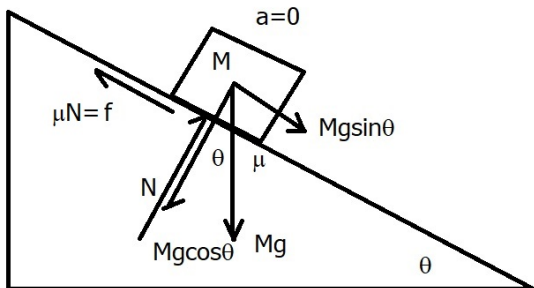
- กรณีตัวอย่าง 1 ความเร่งวัตถุที่มีแรงเสียดทานบนพื้นราบ (fig 13)

$$a = \frac{F - \mu Mg}{M}$$





- กรณีตัวอย่าง 2 วัตถุวางบนพื้นเอียงโดยไม่ลื่นไถล (fig 14)



$$N = Mg \cos \theta, \quad Mg \sin \theta - f = 0 \rightarrow Mg \sin \theta = \mu Mg \cos \theta$$

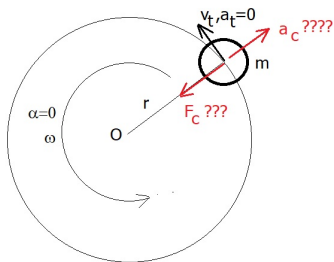
$$\mu = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta$$

$$\text{กำหนดให้ } \mu_{\max} = 0.5 \rightarrow \theta_{\max} = \tan^{-1} 0.5 = 26.6^\circ$$

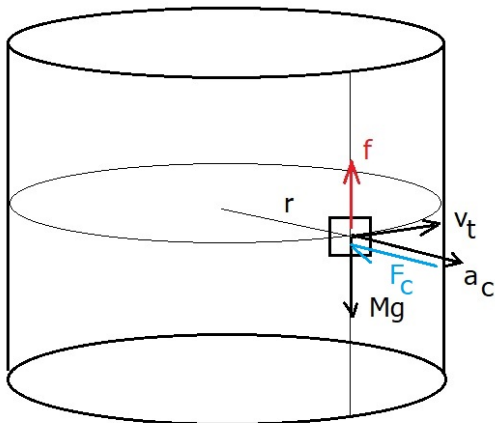
# แรงหนีศูนย์กลาง

- การเคลื่อนที่เป็นวงกลม ด้วยความเร็วเชิงมุม  $\omega$  คงตัว นั่นคือ อัตราเร็ว ในแนวเชิอนวงกลม คงตัว  $v_t = r\omega$
- ความเร่งหนีศูนย์กลาง และแรงเข้าสู่ศูนย์กลาง  $F_c = ma_c$  พิจารณาจากความเป็นจริง และหน่วย พบว่า (fig15)

$$a_c = \frac{v_t^2}{r} \quad (m/s^2)$$



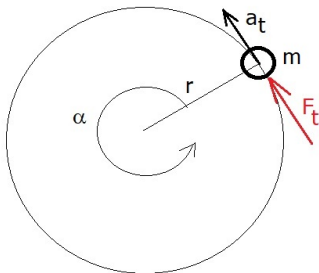
- กรณีตัวอย่าง รถไต่ถัง (fig16)



$$F_c = Ma_c = \frac{Mv_t^2}{r} \rightarrow f = \mu F_c = \mu \frac{Mv_t^2}{r} = Mg \rightarrow v_t^2 = \frac{rg}{\mu}$$

- พิจารณาการเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี  $r$  (fig17) ด้วยอัตราเร็วในแนวเส้น  $a_t = r\alpha$  ที่มาจากแรงกระทำในแนวเส้น  $F_t = ma_t$
- นิยามโมเมนต์ของแรง  $\tau = rF_t$  พบว่า  $\tau = I\alpha$  เมื่อ  $I$  คือโมเมนต์ความเฉื่อย

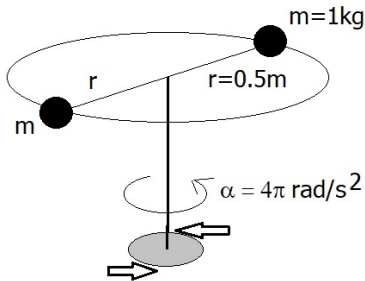
$$\tau = rF_t = rma_t = mr^2\alpha = I\alpha, \quad I = mr^2$$



- กรณีตัวอย่าง (fig18)

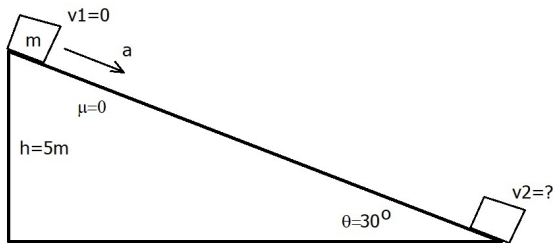
$$I = 1 \times (0.5)^2 = 0.25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$$

$$\tau = I\alpha = 0.25 \times 4\pi = 3.14 \text{ N} \cdot \text{m}$$



# การบ้าน 1

ข้อที่ 1 (fig19) ให้คำนวณความเร็ววัตถุที่พื้นด้านล่าง กำหนดให้  $g = 10\text{m/s}^2$  และ  $m = 10\text{kg}$



# การบ้าน 1

ข้อที่ 2 (fig20) ให้คำนวณความเร็ววัตถุที่พื้นด้านล่าง กำหนดให้  $g = 10\text{m/s}^2$  และ  $m = 10\text{kg}$

