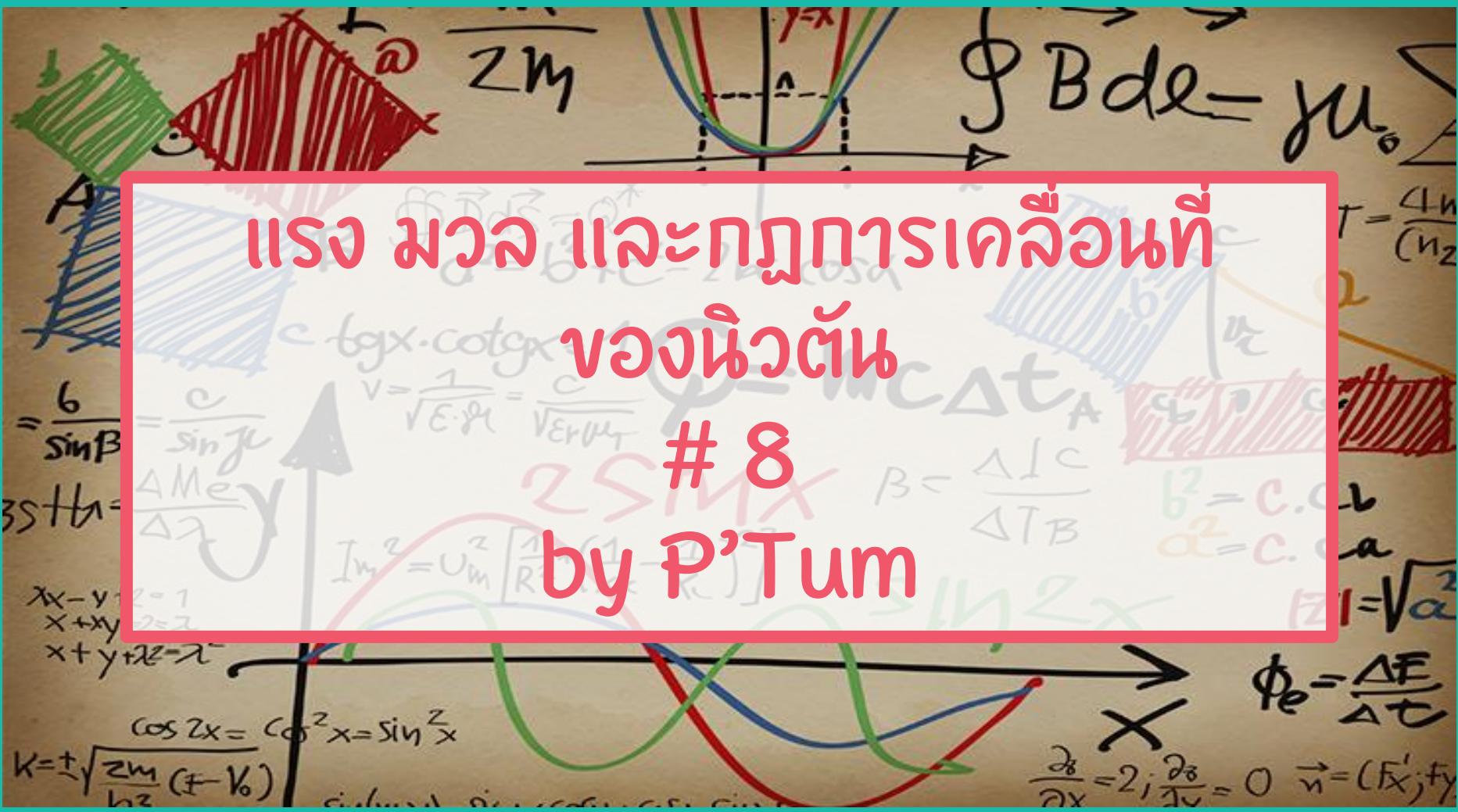


แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่  
ของนิวตัน  
# 8  
by P'Tum



# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)



เมื่อออกแรงกระทำวัตถุช่วงแรกวัตถุจะยังไม่เคลื่อนที่ เมื่อเพิ่มแรงให้มากขึ้นถึงขนาดหนึ่งจะทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่

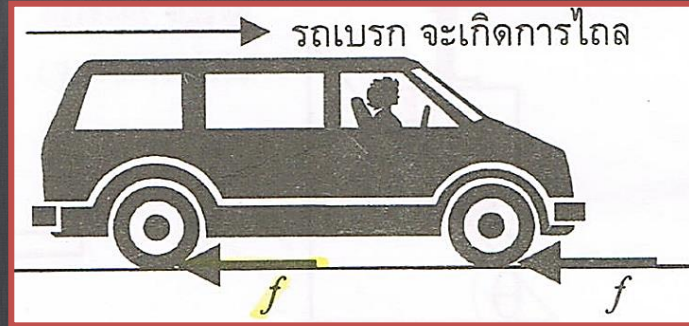
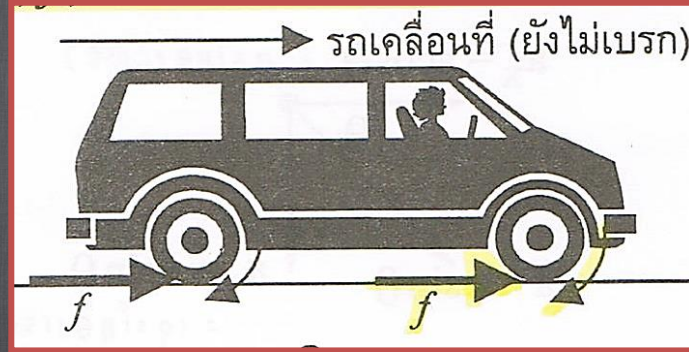
วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้น ถ้าเอาแรงนั้นออกไป จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง

แสดงว่าต้องมีแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกแรงต้านนี้ว่า **แรงเสียดทาน (Friction,  $f$ )** มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)



# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)

ประเภทของแรงเสียดทาน มี 2 แบบ คือ

1. แรงเสียดทานสถิต (Static friction ,  $f_s$ )  
เป็นแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างพื้นผิวสัมผัส  
ขณะที่วัตถุหยุดนิ่งหรือเริ่มจะเคลื่อนที่ โดยขณะที่  
วัตถุเริ่มเคลื่อนที่จะมีแรงเสียดทานมากที่สุด

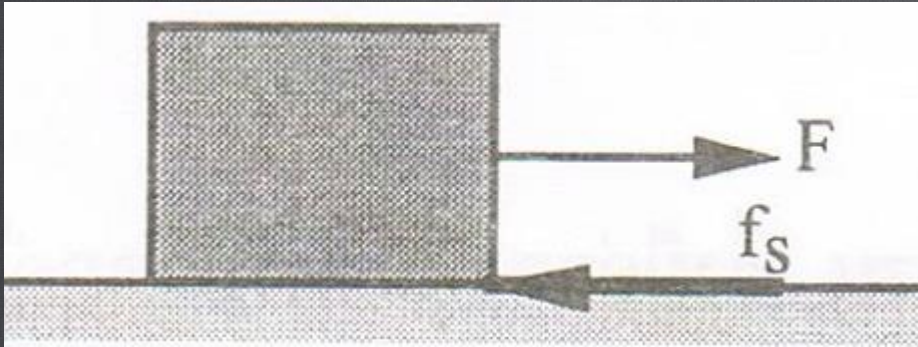
2. แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic friction ,  $f_k$ )  
เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นผิวสัมผัส  
ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่

แรงเสียดทานจะขึ้นกับลักษณะ  
และชนิดของผิวสัมผัส

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force) ศึกษาแรงเสียดทานขณะวัตถุอยู่นิ่ง



สรุปได้ว่า แรงเสียดทานสถิตมีค่าไม่คงที่ โดยจะมีค่าเท่ากับแรงที่มากกระทำขณะที่วัตถุอยู่นิ่งจนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

$F_s$  ใดๆ =  $F$  จุดขณะนั้น

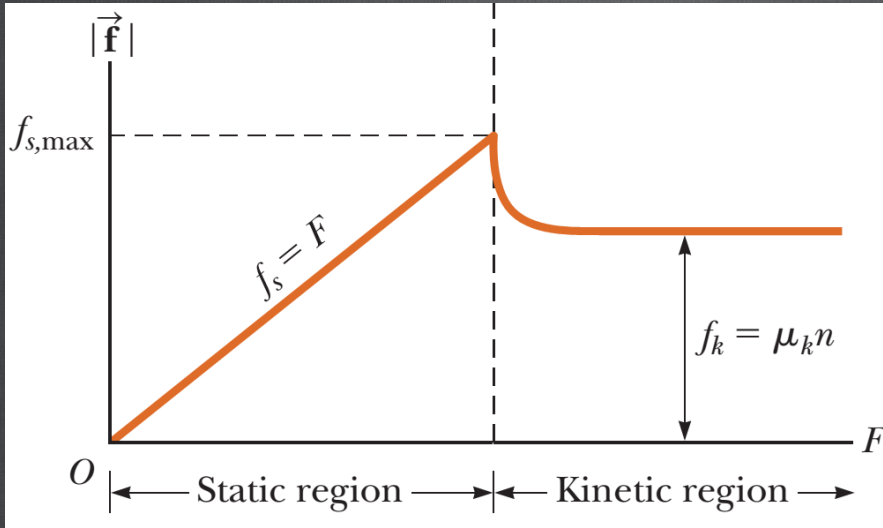
$$0 \leq f_s \leq f_{s(max)}$$

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)

กราฟระหว่างแรงกด ( $F$ ) กับแรงเสียดทาน ( $f$ ) ที่เกิดขึ้น



สรุป

1.  $f_s$  มีค่าไม่คงที่มีค่าตั้งแต่  $0 - f_{s(max)}$
2.  $f_s$  มีค่าน้อยกว่า เท่ากับ หรือมากกว่า  $f_k$  ก็ได้แต่  $f_{s(max)} > f_k$  เสมอ
3. แรงเสียดทานจะล้นขณะวัตถุเคลื่อนที่มีค่าคงที่เสมอ

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)

### 7.1 สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of friction)

จากการศึกษาพบว่า  $f_{s(max)}$  และ  $f_k$  เป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่พื้นผิวสัมผัสกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉาก (Normal force ,  $N$ )

เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$f \propto N$$

$$f = \mu N$$

$\mu$  เป็นค่าคงตัวการแปรผัน เรียกว่า **สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน**  
เป็นค่าคงที่สำหรับพื้นผิวและวัตถุคู่ใดๆ

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)

### 7.1 สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of friction)

#### 1. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต ( $\mu_s$ )

$$f_{s(max)} = \mu_s \cdot N$$

#### 2. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ ( $\mu_k$ )

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

สำหรับผิวคู่หนึ่ง

$$\mu_s > \mu_k$$

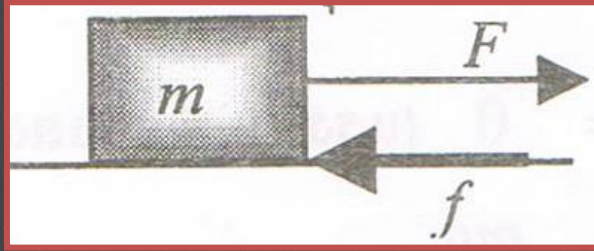
เสมอ

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)

### 7.2 การพิจารณาว่าวัตถุเคลื่อนที่หรือไม่ เมื่อออกแรงกระทำวัตถุ



วัตถุจะเคลื่อนที่หรือไม่  
ให้เปรียบเทียบระหว่างแรงจุด  
กับแรง  $f_{s(max)}$

$F_{จุด} < f_{s(max)}$  สรุปว่าวัตถุไม่เคลื่อนที่  
ดังนั้น  $f_{ขณะนั้น} = F$

$F_{จุด} = f_{s(max)}$  สรุปว่าวัตถุเริ่มเคลื่อนที่  
ดังนั้น  $f_{ขณะนั้น} = f_{s(max)}$

$F_{จุด} > f_{s(max)}$  สรุปว่าวัตถุเคลื่อนที่ได้  
ดังนั้น  $f_{ขณะนั้น} = f_k$

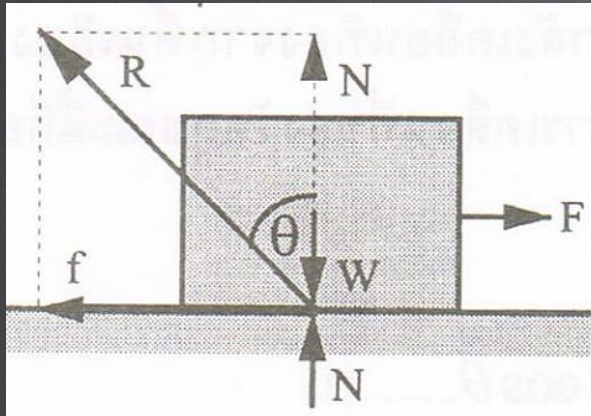
# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)

### 7.3 มุมของความเสียดทาน

#### 1. วัตถุวางบนพื้นราบ



$$\tan\theta = \frac{f}{N}$$

ถ้ามุม  $\theta$  เป็นมุมที่ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และจะได้ว่า

$$\tan\theta = \frac{\mu_s \cdot N}{N}$$

$$\mu_s = \tan\theta$$

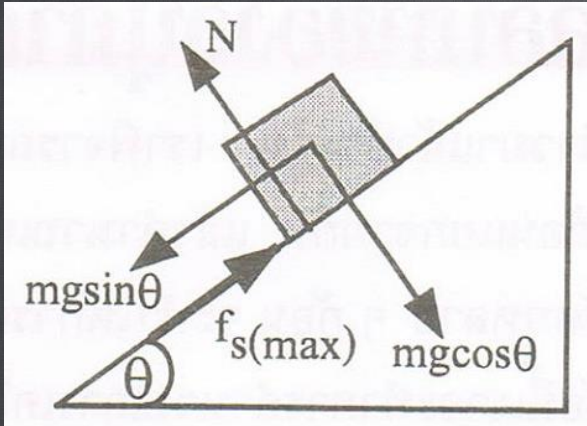
# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)

### 7.3 มุมของความเสียดทาน (Angle of friction)

#### 2. วัตถุวางบนพื้นเอียง



ถ้ามุม  $\theta$  เป็นมุมที่ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และจะได้ว่า

$$\mu_s = \frac{f_{s(max)}}{N}$$

$$\mu_s = \frac{mg \sin \theta}{mg \cos \theta}$$

$$\mu_s = \tan \theta$$

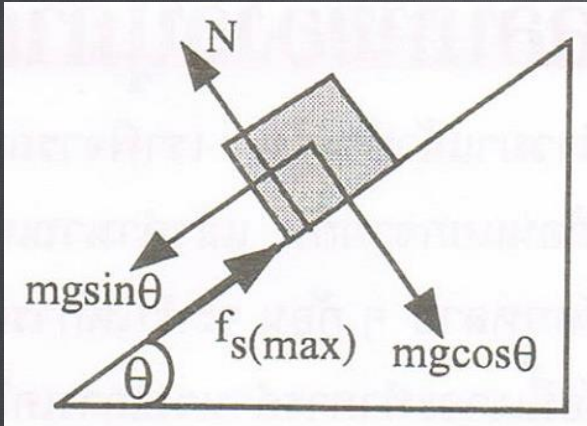
# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 7. แรงเสียดทาน (Frictional force)

### 7.3 มุมของความเสียดทาน (Angle of friction)

#### 2. วัตถุวางบนพื้นเอียง



ถ้ามุม  $\theta$  เป็นมุมที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วย  $v$  คงที่  
และจะได้ว่า

$$\mu_k = \frac{f_k}{N}$$

$$\mu_s = \frac{mg \sin \theta}{mg \cos \theta}$$

$$\mu_k = \tan \theta$$

3.1 วัตถุหนัก 20 นิวตัน วางอยู่บนพื้นระดับ ที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต 0.5 และสัมประสิทธิ์ ความเสียดทานจลน์ 0.3 จงหาแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุนั้น เมื่อมีแรงจุดวัตถุในแนวขนาน กับพื้นซึ่งมีขนาดต่าง ๆ ดังนี้

- ก. ถ้าแรงจุดมีขนาด 8 นิวตัน
- ข. ถ้าแรงจุดมีขนาด 10 นิวตัน
- ค. ถ้าแรงจุดมีขนาด 15 นิวตัน

โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

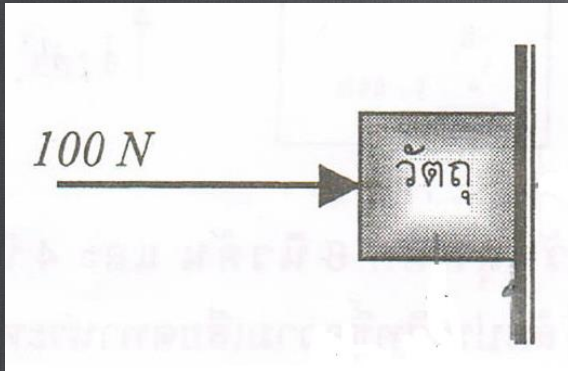
LINE : @tumtewphysics

3.2 วัตถุมวล 5 กิโลกรัม วางนิ่งอยู่บนพื้นราบที่มี สปส.ความเสียดทาน 0.4 ออกแรง ดึงวัตถุขนาด 30 นิวตัน ทำมุม  $30^\circ$  กับแนวราบ เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที วัตถุจะ เคลื่อนที่ไปได้ระยะทางกี่เมตร

## โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

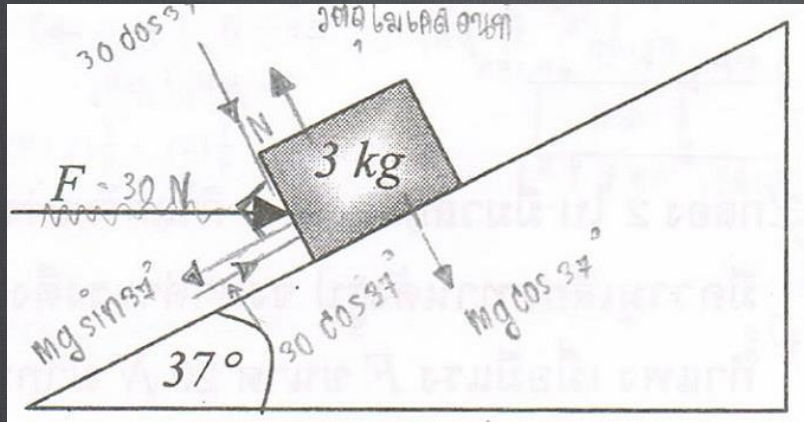
3.3 ออกแรง  $100\text{ N}$  ในทิศทางกับแนวราบกดวัตถุหนัก  $6$  นิวตัน ให้ติดหนึ่งกับกำแพง ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างฝาผนังกับวัตถุเท่ากับ  $0.1$  ขณะนั้นแรงเสียดทานที่กำแพงกระทำต่อวัตถุมีค่ากี่นิวตัน



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

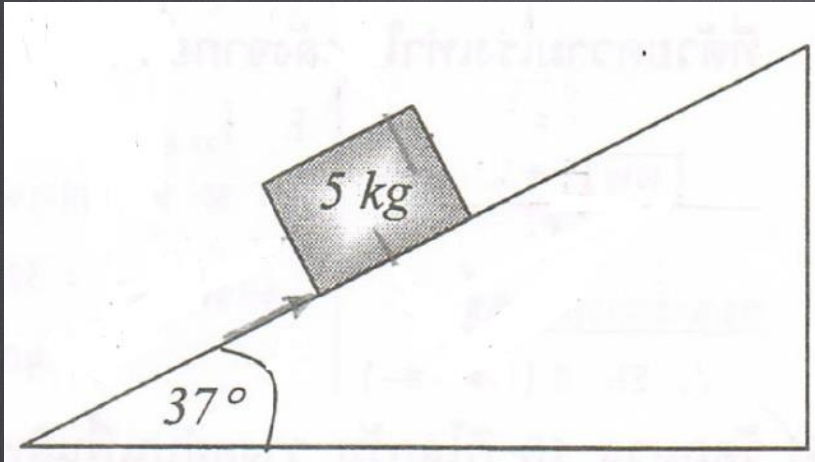
3.4 วัตถุมวล 3 kg วางอยู่บนพื้นเอียงซึ่งเอียงทำมุม  $37^\circ$  กับแนวราบ ถ้า สปส. ความเสียดทานสถิตและจลน์ระหว่างวัตถุกับพื้นเอียงเป็น 0.3 และ 0.2 ตามลำดับ แรง  $F$  มีทิศทางกับพื้นราบและมีขนาด 30 นิวตัน พบว่าวัตถุไม่เคลื่อนที่ จงหา ขนาด และทิศทางของแรงเสียดทานที่พื้นเอียงกระทำต่อวัตถุ



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

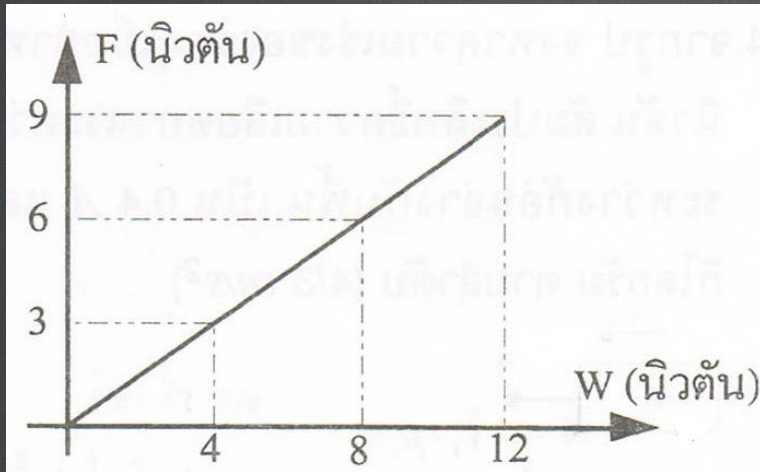
3.5 วัตถุมวล 5 kg วางอยู่บนพื้นเอียงซึ่งเอียงทำมุม  $37^\circ$  กับแนวราบ ถ้า สปส.ความเสียดทานสถิตและจลน์ระหว่างวัตถุกับพื้นเอียงเป็น 0.4 และ 0.3 ตามลำดับ จงหาค่าแรงเสียดทาน ที่พื้นเอียงกระทำต่อวัตถุ



# โจทย - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

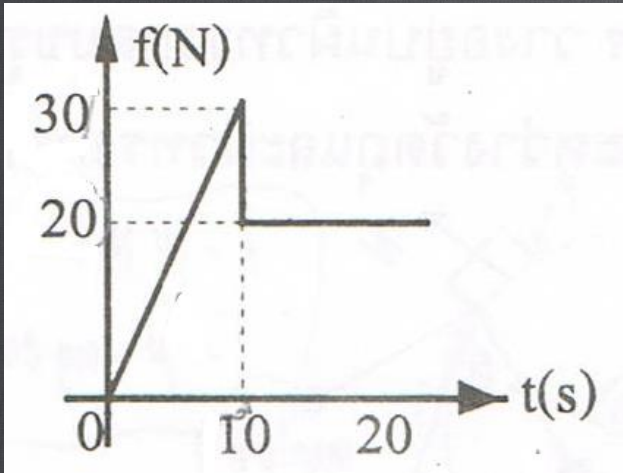
3.6 จากการทดลองเรื่องสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน เมื่อจัดรางไม้ให้พื้นราง อยู่ในแนวระดับ และใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวของแผ่นไม้ที่มีตุ้มน้ำหนักห้อยอยู่ แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้ทิศของแรงดึงอยู่ในแนวระดับ ทำให้ได้ข้อมูลที่นำไปเขียนกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาด ของแรงดึง ( $F$ ) กับน้ำหนักตุ้มน้ำหนักรวมทั้งขนาดของน้ำหนักแผ่นไม้ ( $w$ ) ได้กราฟดังรูป จงหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

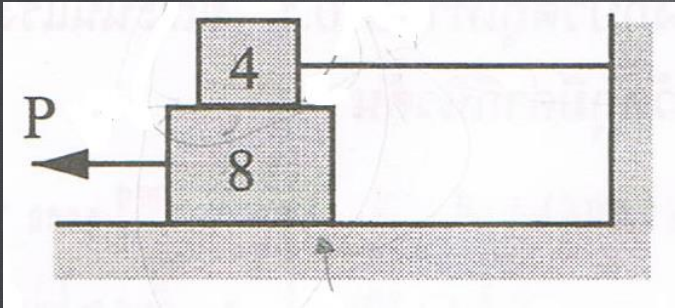
3.7 วัตถุมวล 10 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นราบ เมื่อกออกแรงกระทำในแนวระดับต่อวัตถุโดยค่อย ๆ เพิ่มแรงจนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ แล้ว เพิ่มแรงขึ้นอีก 10 นิวตัน จากนั้นออกแรงคงที่ขนาดนั้นตลอดไป ถ้ากราฟระหว่างแรงเสียดทานที่พื้นราบกระทำต่อวัตถุเป็นดังกราฟ และวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ ที่เวลา  $t = 10$  วินาที วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใดหลังจากออกแรงคงที่กระทำ



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

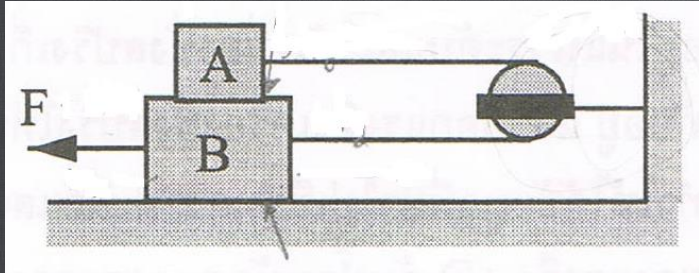
3.8 วัตถุหนัก 8 นิวตัน และ 4 นิวตัน ซ้อนกันอยู่บนพื้นผิวระนาบสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างมวลทั้งสอง และระหว่างมวลล่าง กับพื้นเท่ากับ  $1/4$  จงหาแรงจุด  $P$  ที่จุดซึ่งพอดีทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

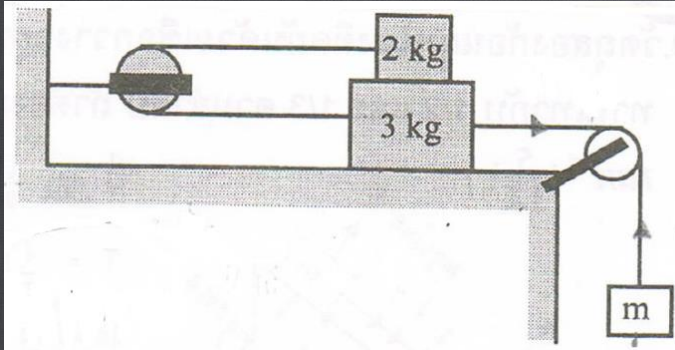
3.9 จากรูป จงหาความเร่งของวัตถุเมื่อกำหนดว่าใช้แรงดึงขนาด 100 นิวตัน สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างมวลทั้งสองเป็น 0.2 และ ระหว่างก้อนล่างกับพื้น เป็น 0.4 A และ B มีมวลเป็น 5 และ 10 กิโลกรัม ตามลำดับ



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

3.10 จากรูป โต๊ะไม่มีความเสียดทานและผิวสัมผัสระหว่างมวลทั้งสองมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและจลน์เป็น 0.4 และ 0.3 ตามลำดับ มวล  $m$  ก็คือโลกรัมที่จะทำให้ระบบเริ่มเคลื่อนที่



## โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

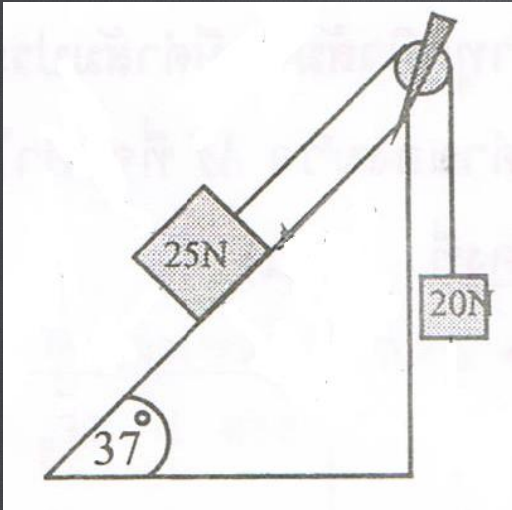
LINE : @tumtewphysics

3.11 วัตถุก้อนหนึ่งวางอยู่บนพื้นเอียงขรุขระซึ่งทำมุม  $60^\circ$  กับแนวนอน เมื่อใช้แรง  $193.2$  นิวตัน จุดวัตถุนั้นขึ้นในแนวขนานกับ พื้นเอียง ปรากฏว่าวัตถุนั้นเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงที่ แต่เมื่อลดแรงนั้นจนเหลือ  $153.2$  นิวตัน ปรากฏว่าวัตถุนั้นตกลงด้วยความเร็วคงที่ จงหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

3.12 วัตถุหนัก 20 นิวตัน แหวนไว้ด้วยเชือกคล้องผ่านรอกที่ไม่มีความฝืด ปลายอีกข้างหนึ่งของเชือกผูกวัตถุหนัก 25 นิวตัน ซึ่งวางอยู่บนพื้นเอียงดังรูป เมื่อปล่อยไว้อย่างอิสระ ปรากฏว่าวัตถุที่วางอยู่บนพื้นเอียงเคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียงพอดี จงหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างวัตถุกับพื้นเอียง

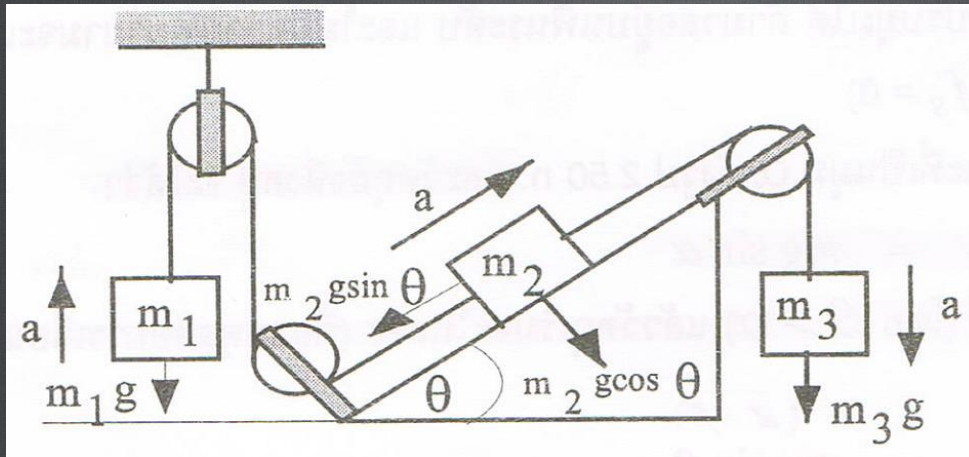


# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 8. การเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งหมดเป็นระบบ

### 8.1 ความเร่งเท่ากันทุกวัตถุ



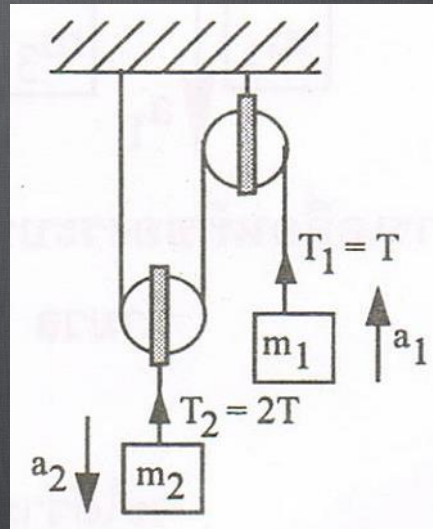
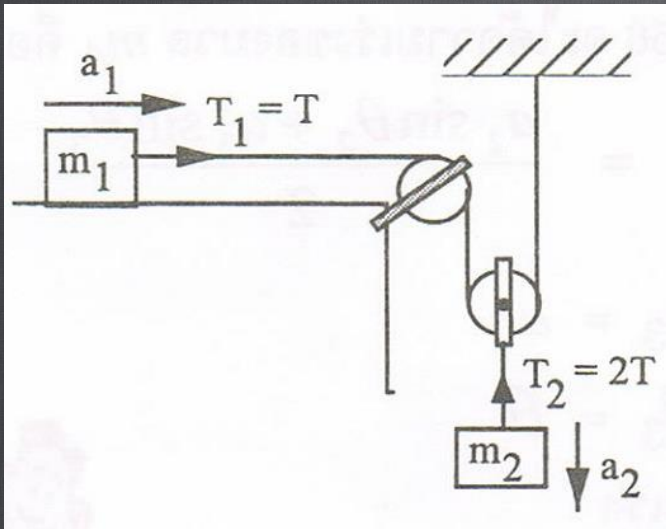
วัตถุทั้งหมดนั้นจะต้องเคลื่อนที่  
โดยมีความเร่งเท่ากันทุกก้อนเท่านั้น

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 8. การเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งหมดเป็นระบบ

### 8.2 ความเร่งแต่ละวัตถุไม่เท่ากัน



$$S_1 = 2S_2$$



$$V_1 = 2V_2$$



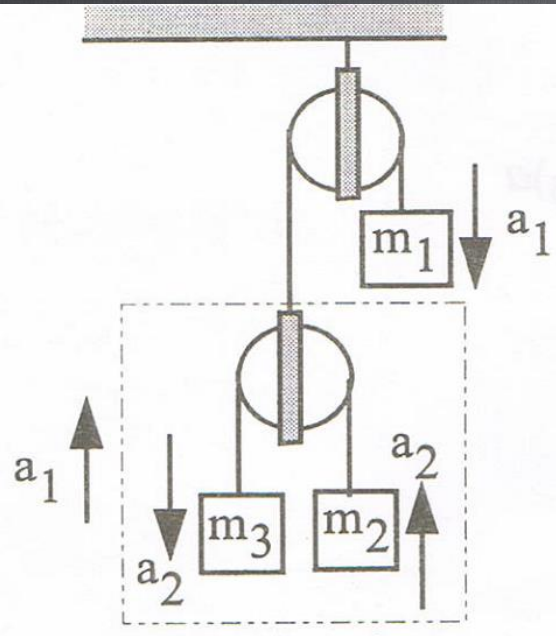
$$a_1 = 2a_2$$

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 8. การเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งหมดเป็นระบบ

### 8.2 ความเร่งแต่ละวัตถุไม่เท่ากัน



$$\text{ความเร่งมวล } m_1 = a_1$$

$$\text{ความเร่งมวล } m_2 = a_1 + a_2$$

$$\text{ความเร่งมวล } m_3 = a_2 - a_1$$

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

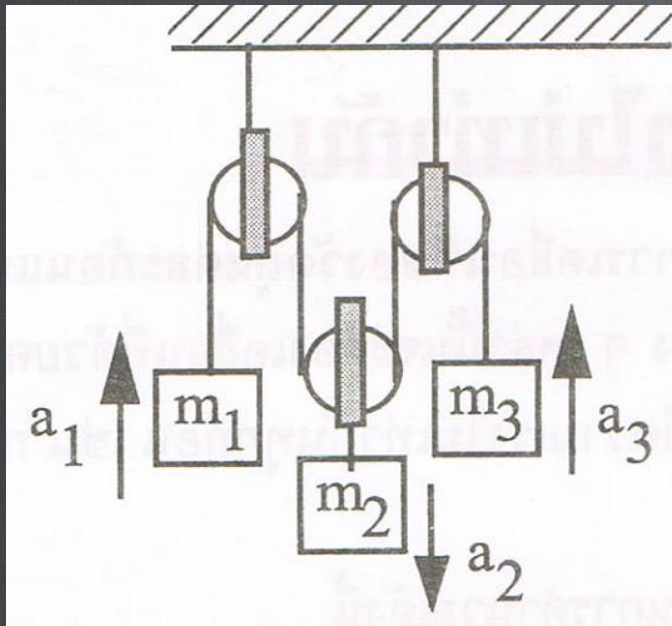
LINE : @tumtewphysics

## 8. การเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งหมดเป็นระบบ

### 8.2 ความเร่งแต่ละวัตถุไม่เท่ากัน

$$m_1 = m_3$$

$$a_1 = a_3 = a$$



$$\text{ความเร่งมวล } m_1 = a$$

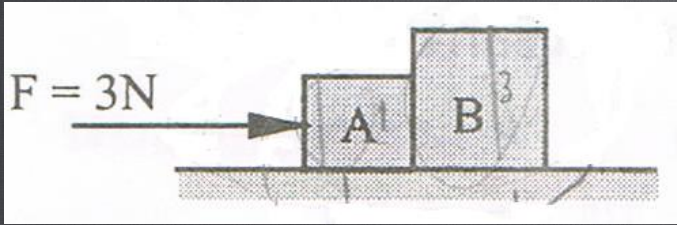
$$\text{ความเร่งมวล } m_3 = a$$

$$\text{ความเร่งมวล } m_2 = a$$

# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

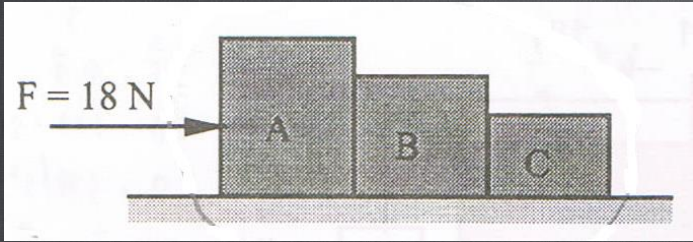
4.1 จากรูป กำหนด A มีมวล 1 กิโลกรัม B มีมวล 3 กิโลกรัม ถ้า A และ B วางอยู่บนพื้นเกลี้ยง มีแรง 3 นิวตัน มาผลัก A ไปตามแนวระดับ จงหาความเร่งของระบบและแรงที่ A กระทำต่อ B



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

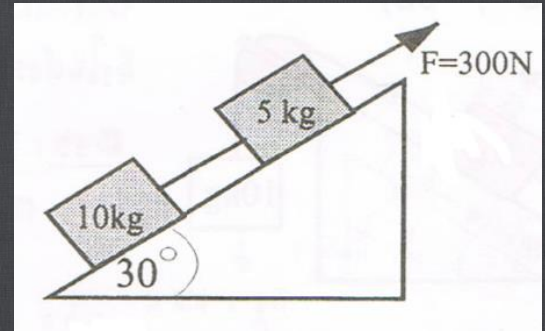
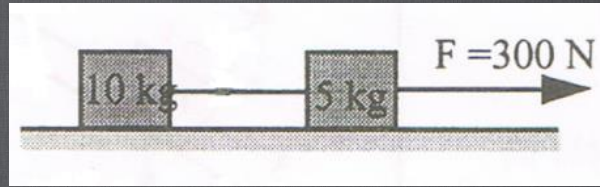
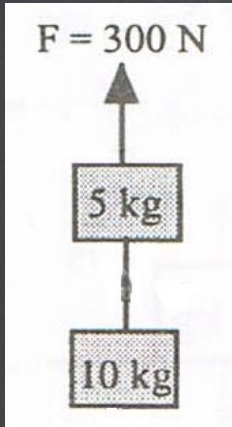
4.2 ใช้แรง 18 นิวตัน ดันเข็บบล็อก A มวล 5 กิโลกรัม ซึ่งเข็บบล็อก A จะไป ดันเข็บบล็อก B มวล 2 กิโลกรัม และเข็บบล็อก B จะไปดันเข็บบล็อก C มวล 2 กิโลกรัมอีกต่อหนึ่งให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นราบที่ไม่มีแรงเสียดทาน จงหาแรงตามแนวราบที่ C กระทำต่อ B



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

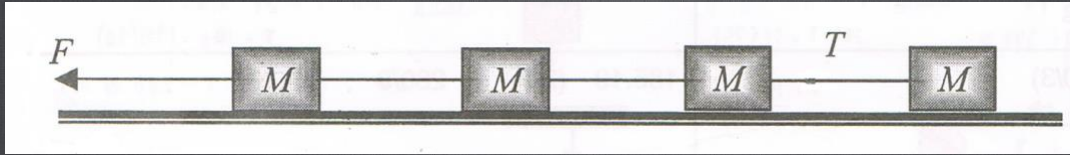
## 4.3 จงหาแรงตึงเส้นเชือกที่โยงระหว่างมวลทั้งสองก่อนจากรูปต่อไปนี้



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

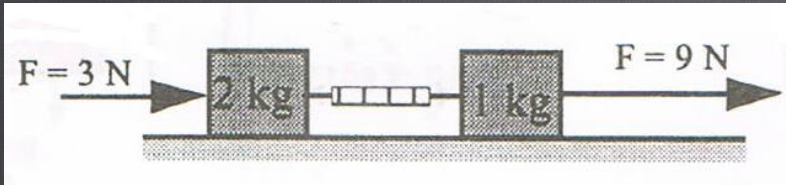
4.4 จากรูป จงหาค่าความตึง  $T$  ในเชือกเส้นขวาสุด



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

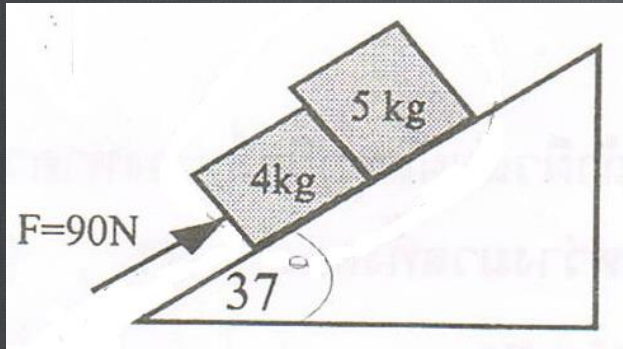
4.5 จากรูป ต้ํามวล 1 และ 2 กิโลกรัม อยู่บนพื้นราบเกลี้ยงและไม่คิดมวลของเครื่องชั่งสปริงและเชือก ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งเป็นเท่าใด



## โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

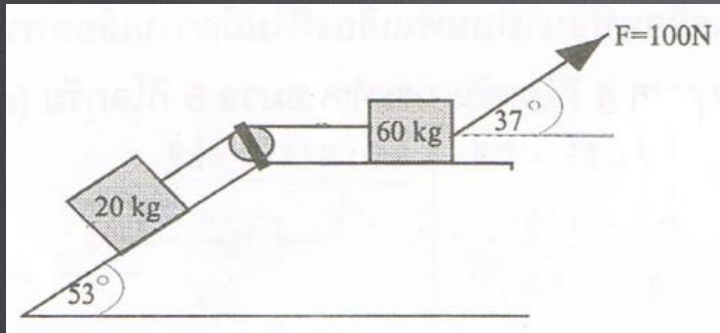
4.6 ใช้แรง 90 นิวตัน ดันวัตถุมวล 4 และ 5 กิโลกรัม ที่วางสัมผัสกัน ให้เคลื่อนที่ขึ้นไปบนพื้นเอียงที่ไม่มีแรงเสียดทาน จงหาแรงที่ วัตถุมวล 4 กิโลกรัม กระทำต่อมวล 5 กิโลกรัม



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

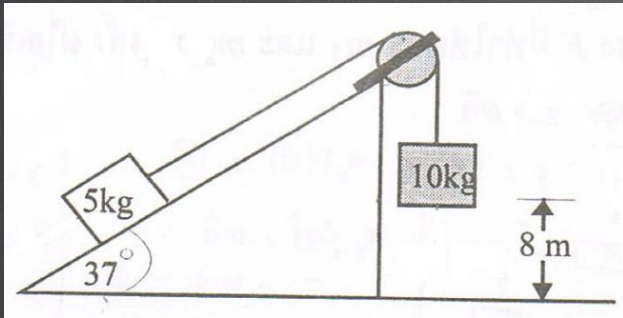
4.7 จากรูป ถ้าผิวสัมผัสทุกผิวลื่น จงหาความเร่งและแรงตึงเชือกที่โยงระหว่างมวลทั้งสอง



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

4.8 วัตถุมวล 5 และ 10 กิโลกรัม ผูกติดกันด้วยเชือกเบาและ คล้องผ่านรอกดังรูป ถ้าพื้นเอียงทำมุม  $37^\circ$  กับแนวระดับ เมื่อปล่อยให้มวลเคลื่อนที่จากสภาพนิ่ง จงหาเวลาน้อยที่สุดนับ จากมวล 10 กิโลกรัม ถึงพื้นแล้วมวล 5 กิโลกรัม จึงจะหยุดนิ่ง



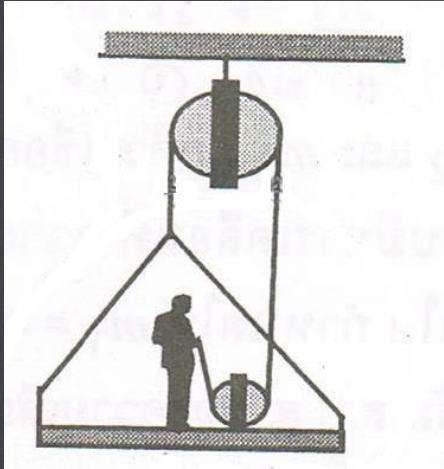
# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

4.9 ช่างทาสีคนหนึ่งยืนอยู่บนแผ่นไม้ซึ่งแขวนอยู่กับเชือกดังรูป โดยที่เขาออกแรงดึงเชือกทำให้ตัวเขาเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง  $2 \text{ เมตร/วินาที}^2$  ถ้าช่างทาสีมีมวล  $60 \text{ กิโลกรัม}$  และ ที่นั่งมีมวล  $20 \text{ กิโลกรัม}$  จงหา

ก. แรงที่ใช้ดึง

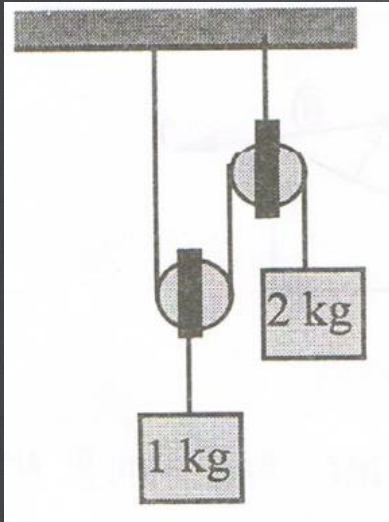
ข. แรงที่ไม้กระทำต่อเท้าของชายคนนั้น



# โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

4.10 จากรูป กำหนดให้รอกเบามากเคลื่อนที่ได้คล่อง จงหาแรงตึงเชือกที่โยงระหว่างมวลทั้งสอง



# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 9. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล



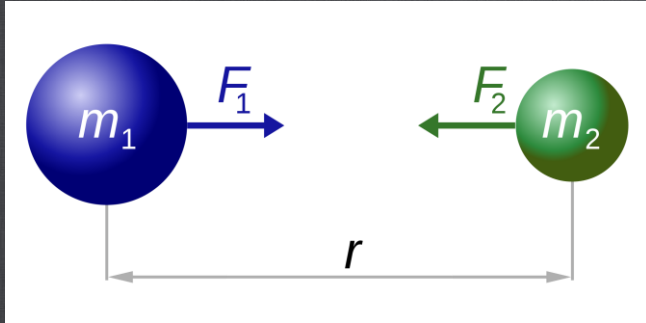
นิวตันได้เสนอกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล  
มีใจความว่า

วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกัน  
และกัน โดยแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆจะ  
แปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลวัตถุทั้งสอง  
และจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทาง  
ระหว่างวัตถุทั้งสองนั้น

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 9. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล



$F_1$ ,  $F_2$  เป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา(Action-Reaction) จะมียุทธศาสตร์เท่ากันแต่ทิศตรงกันข้าม

จากกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน จะได้ว่า

$$F \propto m_1 \cdot m_2$$

และ  $F \propto \frac{1}{R^2}$

รวมความสัมพันธ์ จะได้

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

ใช้  $G$  เป็นค่าคงที่แปรผัน จะได้สมการ

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

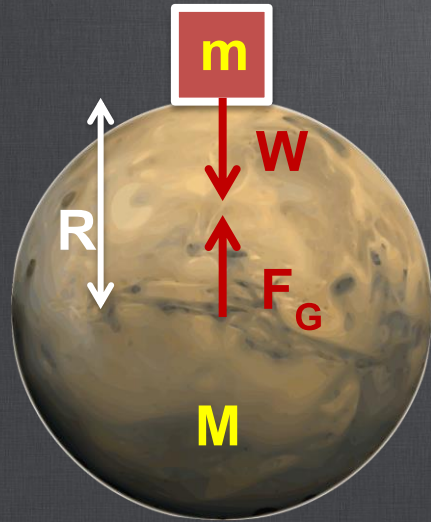
$G$  เรียกว่า ค่านิจความโน้มถ่วงสากล มีค่า  $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$

# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 9. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

### 9.1 ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง



แรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกกับวัตถุ คือ  
น้ำหนักของวัตถุ (W)

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

$$mg = \frac{GmM}{R^2}$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

R คือระยะห่างจากจุดศูนย์กลางโลก  
หรือดาวเคราะห์ถึงวัตถุ

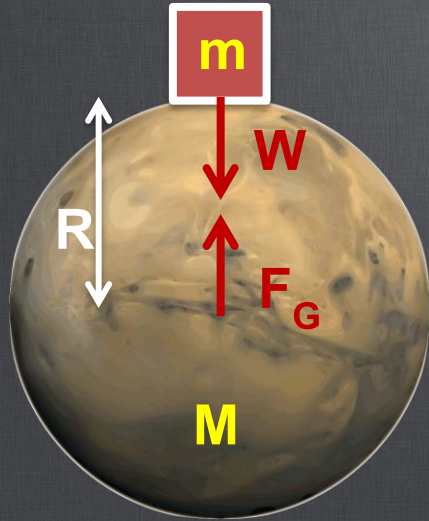
# แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

## 9. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

### 9.1 ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

จากสูตร  $g = \frac{GM}{R^2}$



จะพบว่าถ้า  $R$  มากๆจะทำให้ค่า  $g$  เข้าใกล้ศูนย์  
หมายความว่าแรงโน้มถ่วงจากโลกที่กระทำต่อวัตถุ  
จะน้อยมากจนเข้าใกล้ศูนย์ วัตถุที่อยู่ในสภาพนี้  
เรียกว่า **สภาพไร้น้ำหนัก**

โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

5.1 ทรงกลม A เป็นทรงกลมกลวง ทรงกลม B เป็นทรงกลมตัน ทรงกลมทั้งสองมีมวลและรัศมีเท่ากัน คือ 100 กิโลกรัมและ 0.5 เมตร ตามลำดับ ผิวของทรงกลมทั้งสองอยู่ห่างกัน 1 เมตร แรงดึงดูดที่กระทำต่อทรงกลม A เนื่องจากทรงกลม B จะมีค่าที่นิวตัน

โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

5.2 มวลสองก้อนอยู่ห่างกันเป็นระยะ 6 หน่วย มวลทั้งสองจะดึงดูดกันด้วยแรง  $F$  ถ้า มวลทั้งสองก้อนนี้อยู่ห่างกันเป็นระยะ 3 หน่วย มวลทั้งสองจะดึงดูดกันด้วยแรงเท่าใด

โจทย - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

5.3 ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีมวลเป็น 2 เท่าของโลก แต่มีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของโลก ชายคนหนึ่งหนัก 1000 นิวตันบนผิวโลก เขาจะหนักเท่าใดเมื่อยืนไปอยู่ที่ผิวดาวเคราะห์ดวงนั้น

โจทย - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

5.4 ดาวเทียมดวงหนึ่งต้องโคจรสูงจากผิวโลกเท่าใดจึงจะทำให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ที่จุดนั้นเหลือเพียง  $g/4$  กำหนดรัศมีโลกเท่ากับ 6400 กิโลเมตร

โจทย์ - แรงแม่เหล็ก และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

5.5 ถ้าความเร่งของมวลก้อนหนึ่งที่ผิวโลกเป็น 6 เท่าของความเร่งที่ผิวดวงจันทร์ ความเร่งของวัตถุ ซึ่งอยู่ห่างจากผิวโลก 2 เท่าของรัศมีโลกจะเป็นอัตราส่วนเท่าใด กับความเร่งที่ผิวดวงจันทร์

โจทย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

5.6 เมื่อวัตถุโมเมนต์ลึกลงจากผิวโลกลงไป  $H$  ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ณ จุดนี้จะเป็นกี่เท่าของความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลกที่ผิวโลก กำหนด  $R$  เป็นรัศมีของโลก

โจททย์ - แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

LINE : @tumtewphysics

5.7 มวล  $m_1$  และ  $m_2$  ในอวกาศ ๓ มิติ อยู่ห่างกันเป็นระยะ  $d$  นั้น ผู้สังเกตที่อยู่บน มวล  $m_1$  จะเห็นมวล  $m_2$  มีความเร่งเข้าหาตัวเท่าใด