



หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

ความเลียดทาน

▲สาระสำคัญ▲

ในขณะที่วัตถุกำลังจะเคลื่อนที่หรือในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่จะมีแรงต้าน การเคลื่อนที่ของวัตถุและแรงต้านนี้จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับแนวแรงเสมอ โดยทั่วไปจะเรียกแรงต้านการเคลื่อนที่นี้ว่าความเสียดทาน

สาระการเรียนรู้

1. ความเสียดทาน
2. ชนิดของความเสียดทาน
3. สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน

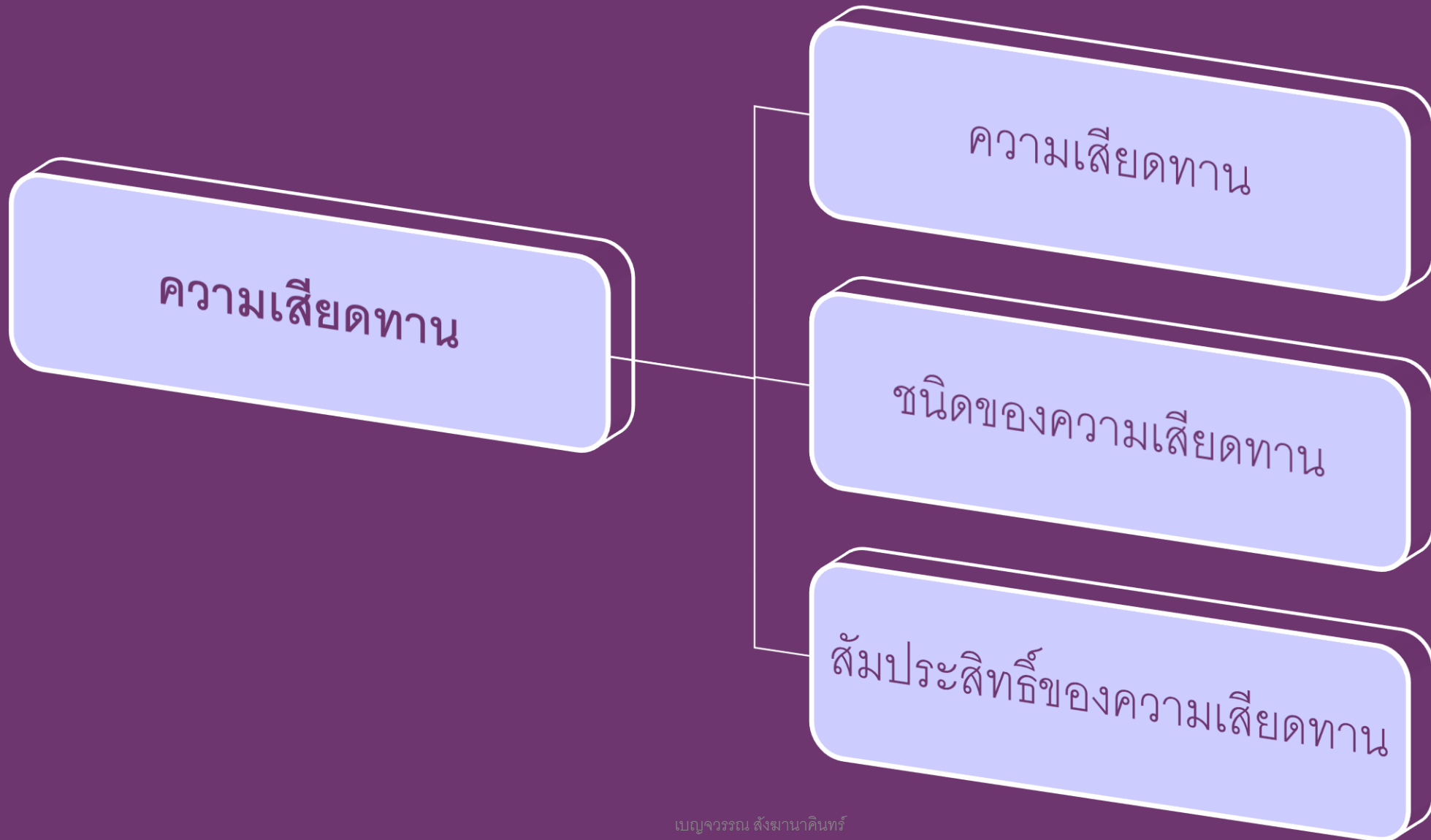
สมรรถนะรายวิชา

1. เข้าใจนิยามของความเสียดทาน
2. เข้าใจชนิดของความเสียดทาน
3. เข้าใจสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน

จุดประสงค์ การเรียนรู้

1. อธิบายนิยามของความเสียดทานได้
2. อธิบายชนิดของความเสียดทานได้
3. อธิบายสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานได้
4. คำนวณความเสียดทานได้

ผังสาระการเรียนรู้



1. ความเสียดทาน

ในขณะที่วัตถุกำลังจะเคลื่อนที่หรือในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ จะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุและแรงต้านนี้จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับแนวแรงเสมอ โดยทั่วไปจะเรียกแรงต้านการเคลื่อนที่นี้ว่า ความเสียดทาน ซึ่งความเสียดทานสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ **ความเสียดทานสถิต** และ **ความเสียดทานจลน์**

ความเสียดทาน หมายถึง แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อวัตถุนั้นถูกแรงกระทำ โดยความเสียดทานจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับแนวแรงเสมอ

1. ความเสียดทาน



จากภาพ จะเห็นได้ว่าวัตถุ A วางบนพื้นราบและมีแรง F มากระทำในทิศทางดังภาพ เมื่อเพิ่มขนาดของแรง F จะทำให้วัตถุ A เริ่มเคลื่อนที่ และจะมีแรงเสียดทาน (f) ระหว่างพื้นและวัตถุ A ซึ่งแรงเสียดทาน จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรง F

2. ชนิดของความเสียหาย

ความเสียหายแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด



2. ชนิดของความเสียดทาน

2.1 ความเสียดทานสถิต หมายถึง ความเสียดทานที่เกิดขึ้นกับวัตถุในขณะที่วัตถุนิ่งจนถึงเริ่มเคลื่อนที่ เมื่อได้รับแรงจากภายนอกกระทำ ดังแสดงในภาพ



จากภาพ จะเห็นได้ว่าวัตถุ A วางบนพื้นราบ และมีแรง $F = 200 \text{ N}$ มากระทำในทิศทางดังภาพ ทำให้วัตถุ A เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง F ที่ความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0 m/s และมีความเร็วเพิ่มมากขึ้นตามขนาดของแรง F โดยแรงเสียดทานก่อนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกว่าความเสียดทานสถิต (f_s)

2. ชนิดของความเสียดทาน

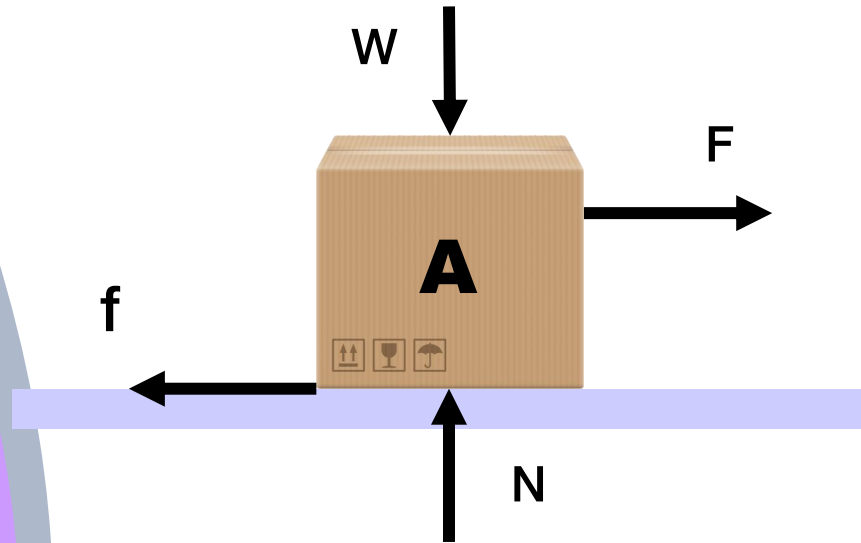
2.2 ความเสียดทานจลน์ หมายถึง ความเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ หลังจากที่ได้รับแรงกระทำ ดังแสดงในภาพ



จากภาพ จะเห็นได้ว่าวัตถุ A วางบนพื้นราบและมีแรง $F = 200 \text{ N}$ มากระทำในทิศทางดังภาพ ทำให้วัตถุ A ค่อยๆ เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง F จนกระทั่งมีความเร็วคงที่ 3 m/s โดยแรงเสียดทานในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เรียกว่า ความเสียดทานจลน์ (f_k)

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานหมายถึงอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานต่อแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำกับวัตถุ ในขณะที่วัตถุมีความเสียดทานสถิตและความเสียดทานจลน์ โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้คำนวณเกี่ยวกับความเสียดทานและสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน



W จะกระทำในแนวตั้งเสมอ ไม่ว่าวัตถุจะเอียงเท่าใดก็ตาม
 N จะกระทำตั้งฉากกับวัตถุเสมอ แม้ว่าจะวางบนพื้นเอียงก็ตาม

W = น้ำหนักของวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

N = แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำตั้งฉากกับวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

F = แรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

f = แรงเสียดทาน มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

μ = สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน

3. สมบัติ ของความ เสียดทาน

จากนิยามสมบัติของความเสียดทานเมื่อเขียนในรูปของ
สัญลักษณ์จะได้ว่า

$$\mu = \frac{f}{N} \quad \textcircled{1}$$

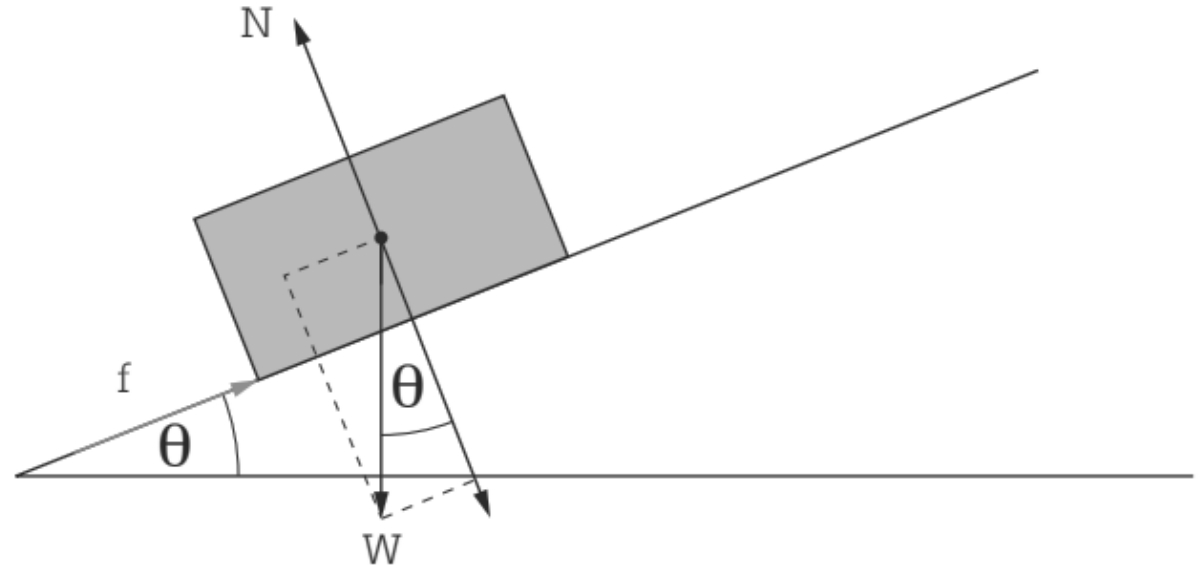
*หากพิจารณาความเสียดทานสถิตจะใช้สัญลักษณ์ μ_s และ f_s

**หากพิจารณาความเสียดทานจลน์จะใช้สัญลักษณ์ μ_k และ f_k

สำหรับการเคลื่อนที่ของวัตถุหากวัตถุไม่ได้เคลื่อนที่ในแนวราบแต่เป็น
การเคลื่อนที่บนพื้นเอียง จะมีการพิจารณามุมของพื้นเอียง
ประกอบด้วยสัญลักษณ์ที่ใช้คำนวณเกี่ยวกับความเสียดทานและ
สมบัติของความเสียดทานบนพื้นเอียง

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

จากภาพ



$$f = w \sin \theta$$

2

$$N = w \cos \theta$$

3

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

4

เมื่อ θ คือ มุมของความเสียดทาน

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

จากตารางจะเห็นว่า
ค่าสัมประสิทธิ์ของความ
เสียดทานสถิตจะมีค่า
มากกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของ
ความเสียดทานจลน์ในทุก
ชนิดของคู่สัมผัส เพราะเมื่อ
วัตถุเคลื่อนที่ไปแล้วจะทำให้
พื้นที่ผิวสัมผัสกันลดลง

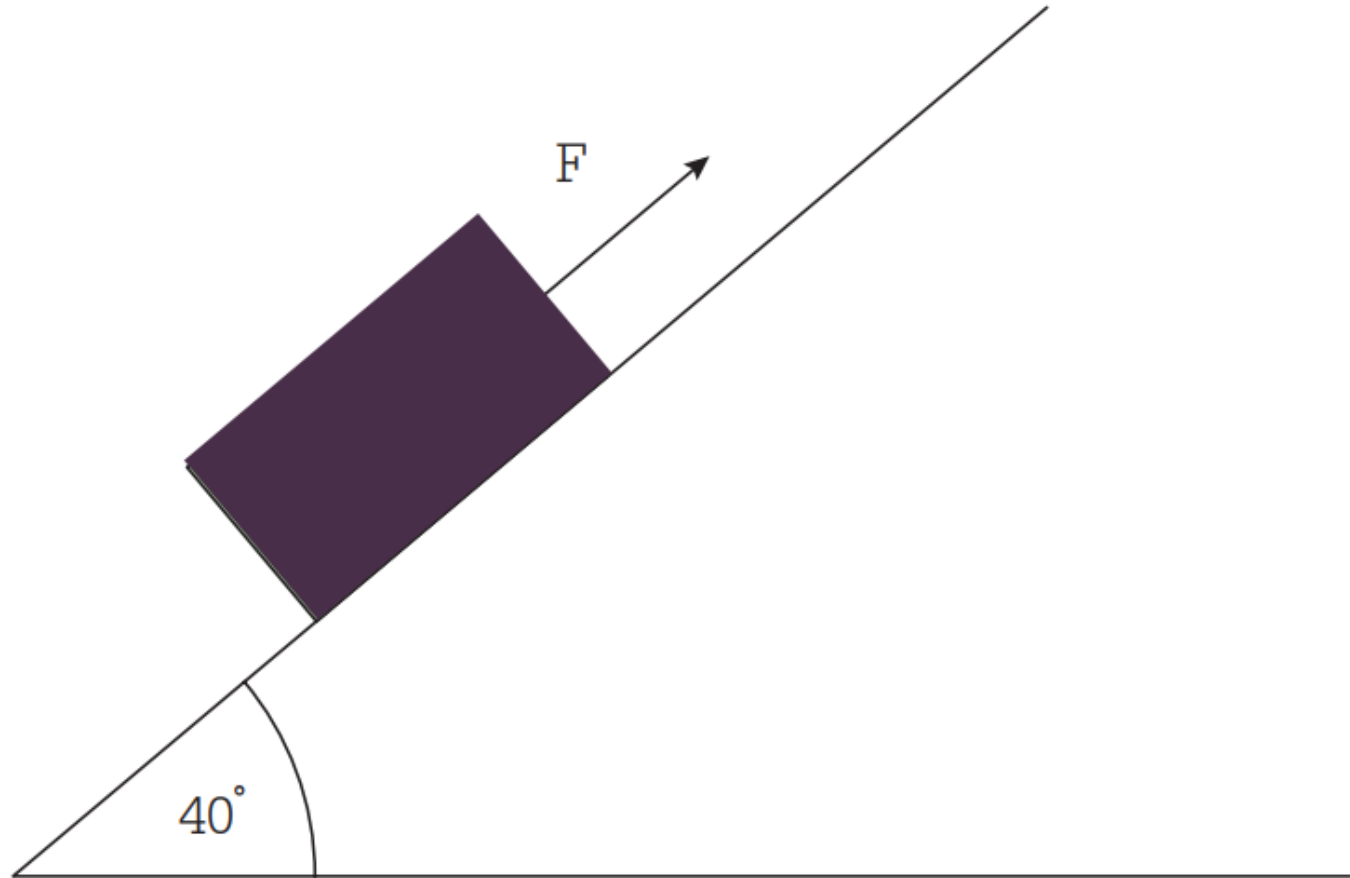
ในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่จากตำแหน่งไปอีกตำแหน่งจะมีการสัมผัสกันระหว่าง
ผิวของวัตถุสองวัตถุ ซึ่งการสัมผัสกันนี้เรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานของ
คู่สัมผัสดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานของชนิดของคู่สัมผัส

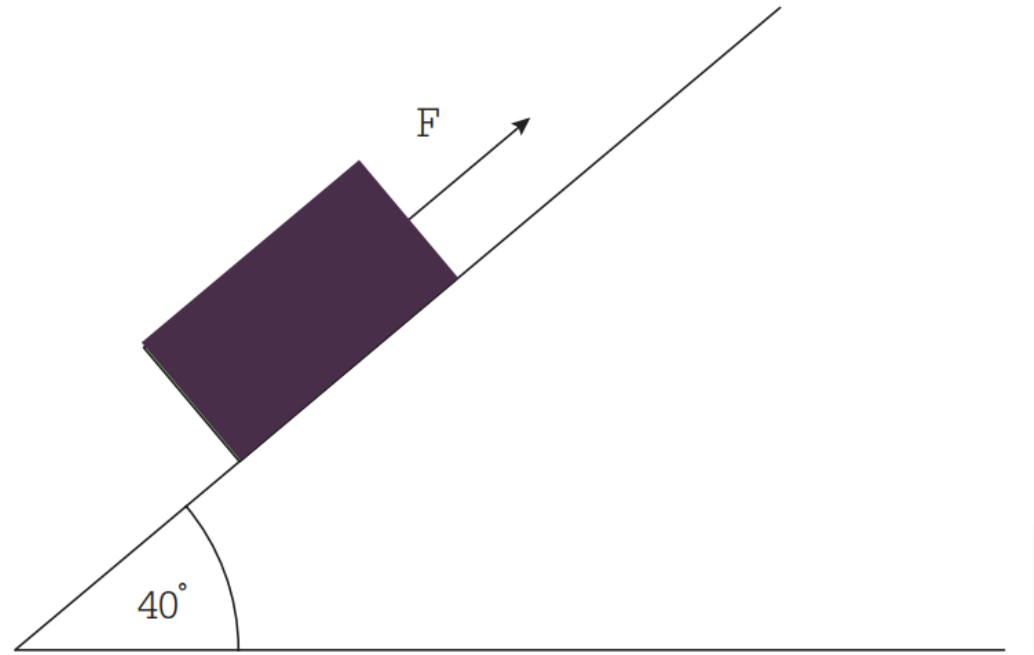
ชนิดของคู่สัมผัส	ค่าสัมประสิทธิ์ของ ความเสียดทานสถิต (μ_s)	ค่าสัมประสิทธิ์ของ ความเสียดทานจลน์(μ_k)
โลหะกับโลหะ (เคลือบน้ำมัน)	0.05	0.03
โลหะกับโลหะ (แห้ง)	0.6	0.3
โลหะกับไม้	0.5	0.3
ไม้กับไม้	0.5	0.3
เหล็กกับไม้	0.4	0.2

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 1 วางวัตถุบนพื้นเอียงที่ปรับระดับได้เมื่อค่อย ๆ ยกพื้นเอียง
ขึ้นไปเรื่อย ๆ พบว่าเมื่อพื้นเอียงทำมุม 40° วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียง
จงคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน



3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน



วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้ $\theta = 40$

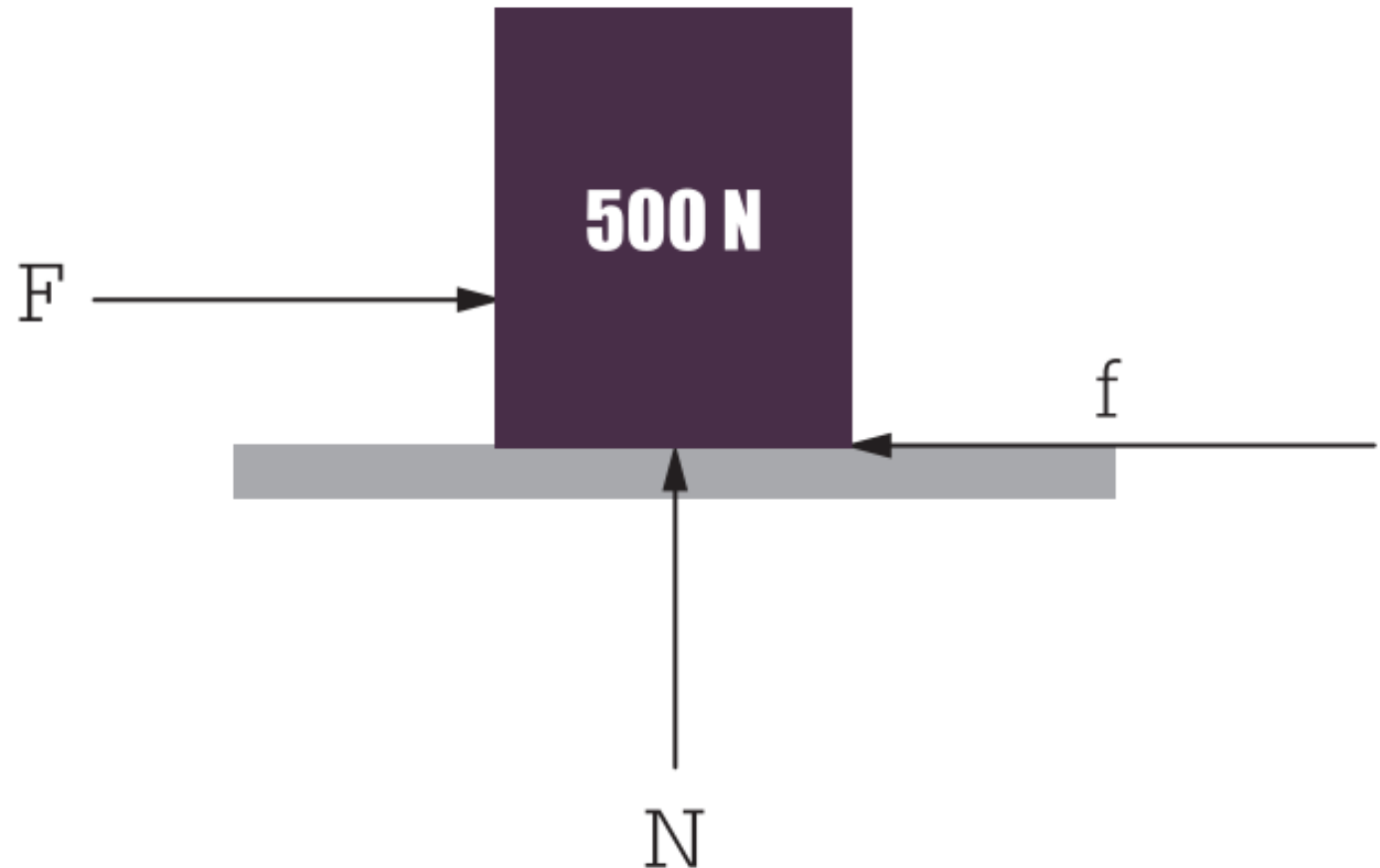
จากสมการ (4) จะได้

$$\begin{aligned}\mu &= \tan \theta \\ &= \tan 40^\circ \\ &= 0.84\end{aligned}$$

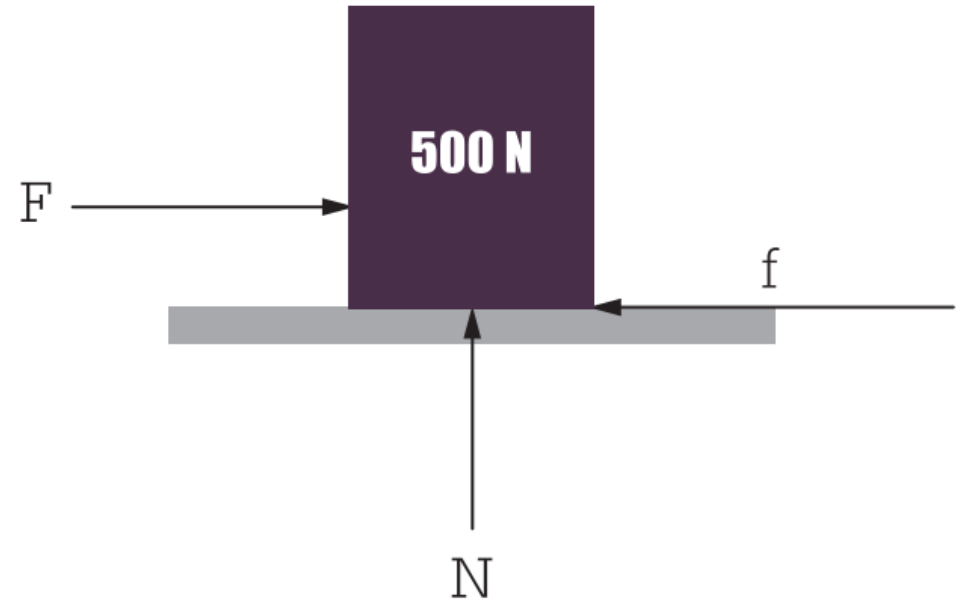
ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเท่ากับ 0.84

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 2 กล่องเหล็กหนัก 500 N ซึ่งวางบนแผ่นไม้และมีแรงมากระทำในทิศทางดังแสดงในภาพ ถ้ากำหนดให้สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเท่ากับ 0.4 จงคำนวณหาแรงเสียดทาน



3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน



วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้ $N = 500 \text{ N}$, $\mu = 0.4$

จากสมการ (1) จะได้

$$\begin{aligned} f &= \mu \times N \\ &= 0.4 \times 500 \text{ N} \\ &= 200 \text{ N} \end{aligned}$$

ดังนั้น แรงเสียดทานเท่ากับ 200 นิวตัน

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 3 จากตัวอย่างที่ 2 หากกล่องเหล็กวางบนโลหะเคลือบน้ำมัน ถ้ากำหนดให้สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเท่ากับ 0.05 จงคำนวณหาแรงเสียดทาน

วิธีทำ

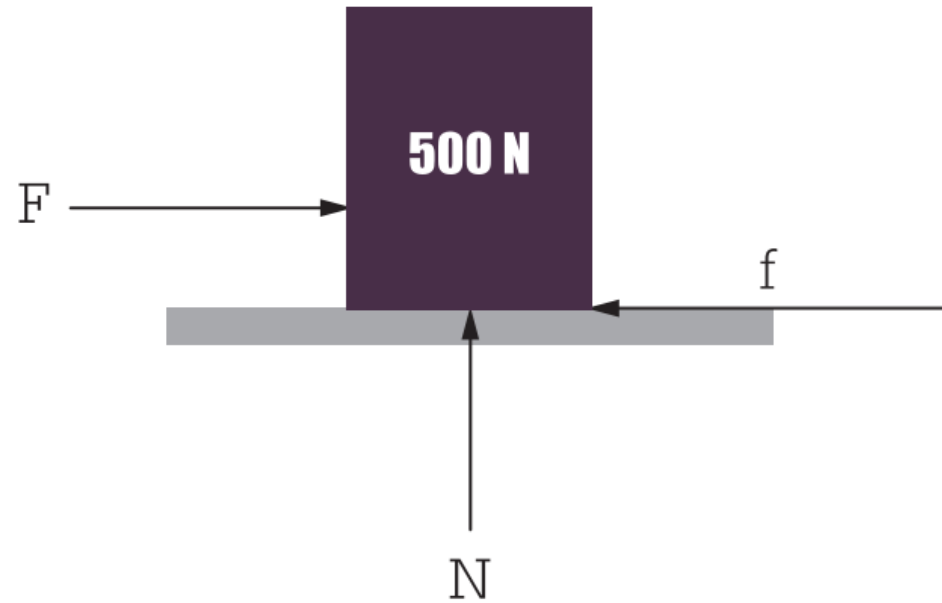
โจทย์กำหนดให้ $N = 500 \text{ N}$, $\mu = 0.05$

จากสมการ (1) จะได้

$$\begin{aligned} f &= \mu \times N \\ &= 0.05 \times 500 \text{ N} \\ &= 25 \text{ N} \end{aligned}$$

ดังนั้น แรงเสียดทานเท่ากับ 25 นิวตัน

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

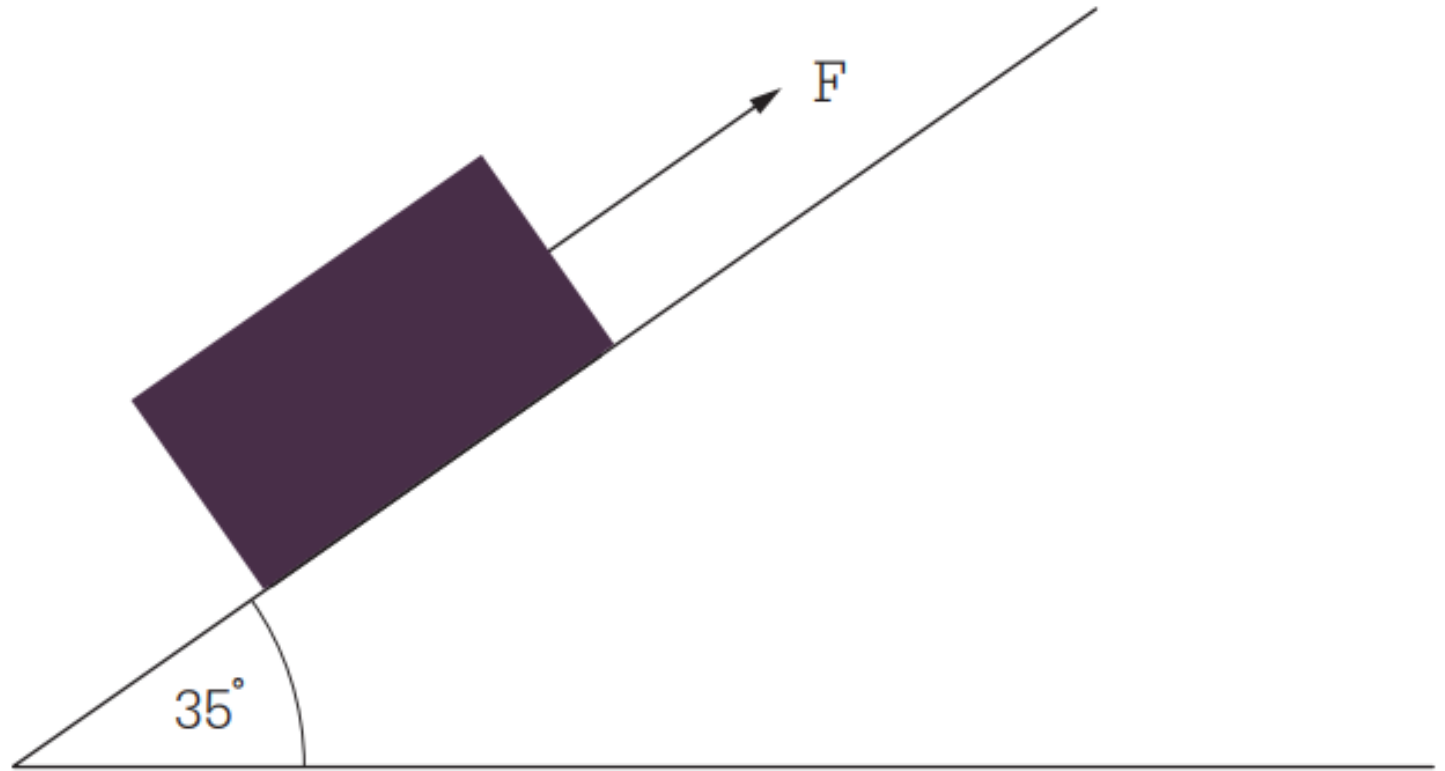


จากตัวอย่างที่ 2 และ 3 จะเห็นได้ว่าแรงเสียดทานของวัตถุจะเปลี่ยนไปเมื่อชนิดของคู่สัมผัสของวัตถุเปลี่ยนไป ซึ่งวัตถุที่วางอยู่บนพื้นที่เคลือบน้ำมันจะทำให้วัตถุนั้นมีแรงเสียดทานน้อยกว่า วางวัตถุบนพื้นที่แห้ง

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

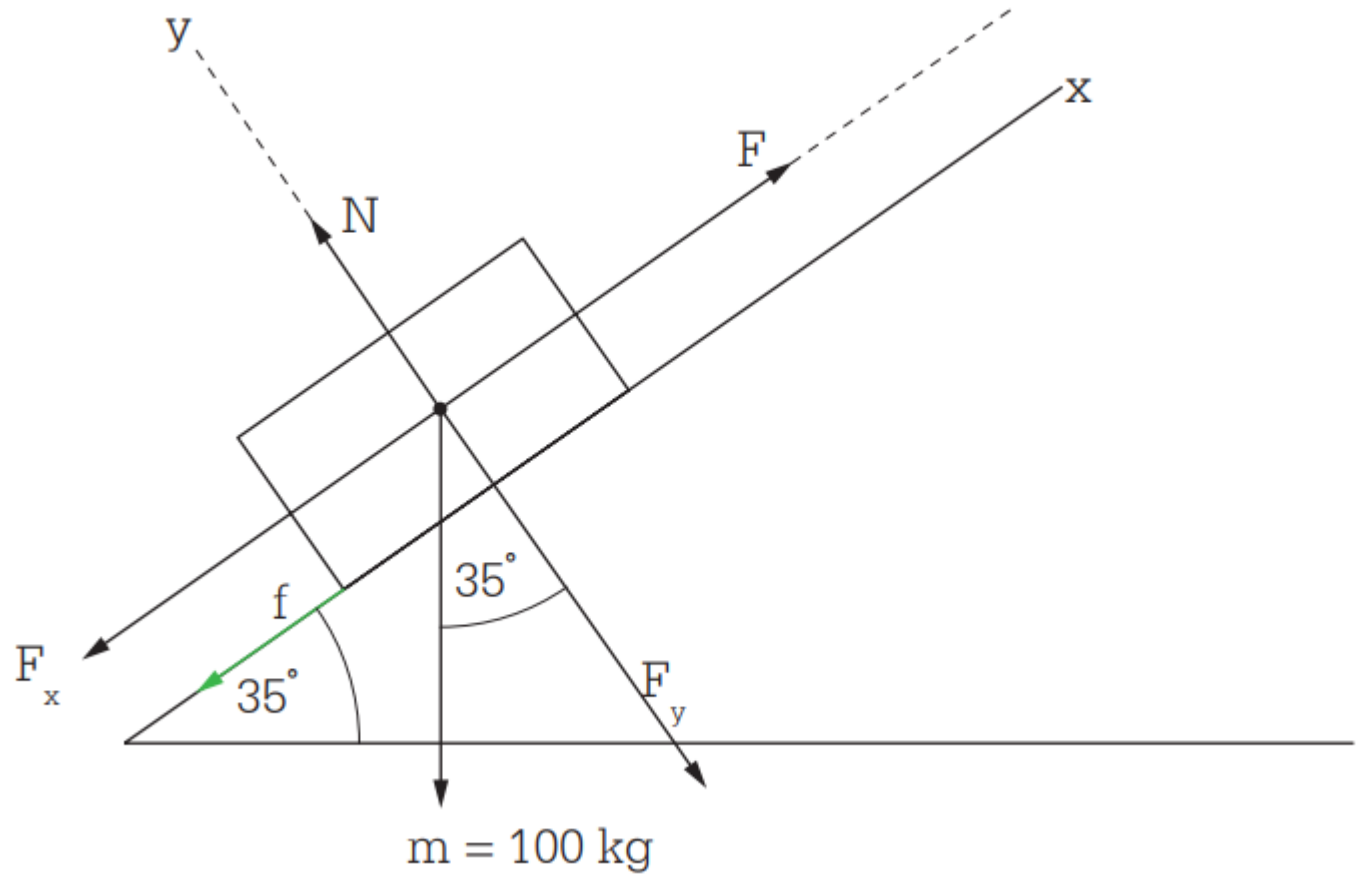
ตัวอย่างที่ 4 เหล็กกล่องหนัก 100 kg วางบนพื้นไม้เอียง 35° และมีแรง F มากระทำในทิศทางดังแสดงในภาพ จงคำนวณหาขนาดของแรง F ถ้ากำหนดให้สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเท่ากับ 0.5

บ 0.5



3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 4 เหล็กกล่องหนัก 100 kg วางบนพื้นไม้เอียง 35° และมีแรง F มากระทำในทิศทางดังแสดงในภาพ จงคำนวณหาขนาดของแรง F ถ้ากำหนดให้สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเท่ากับ 0.5



3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

โจทย์กำหนดให้

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\therefore w = mg = (100 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2) \\ = 981 \text{ N}$$

$$\theta = 35$$

$$\mu = 0.5$$

เนื่องจากวัตถุวางบนพื้นเอียงจึงทำให้ต้องพิจารณาทิศทางของแรง F สองทิศทางคือ F_x และ F_y

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

พิจารณา F_x
($\sum F_x = 0$)

$$\mu = \frac{f}{N} \text{ ดังนั้น } f = \mu \cdot N$$

$$F - F_x - F = 0$$

$$F - (F_x) - 0.5 N = 0$$

$$F - (mg \sin 35^\circ) - 0.5 N = 0$$

$$F - (981 N \sin 35^\circ) - 0.5 N = 0$$

$$F - 562.68 N - 0.5 N = 0$$

จัดรูปใหม่ จะได้

$$F = 562.68 N + 0.5 N \text{ _____ (1)}$$

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

พิจารณา F_y

$$(\sum F_y = 0)$$

$$N - (F_y) = 0$$

$$N - (mg \cos 35^\circ) = 0$$

$$N - (981 \text{ N} \cos 35^\circ) = 0$$

$$N - 803.59 \text{ N} = 0$$

จัดรูปใหม่ จะได้

$$N = 803.59 \text{ N} \quad (2)$$

แทนค่า (2) ใน (1) จะได้

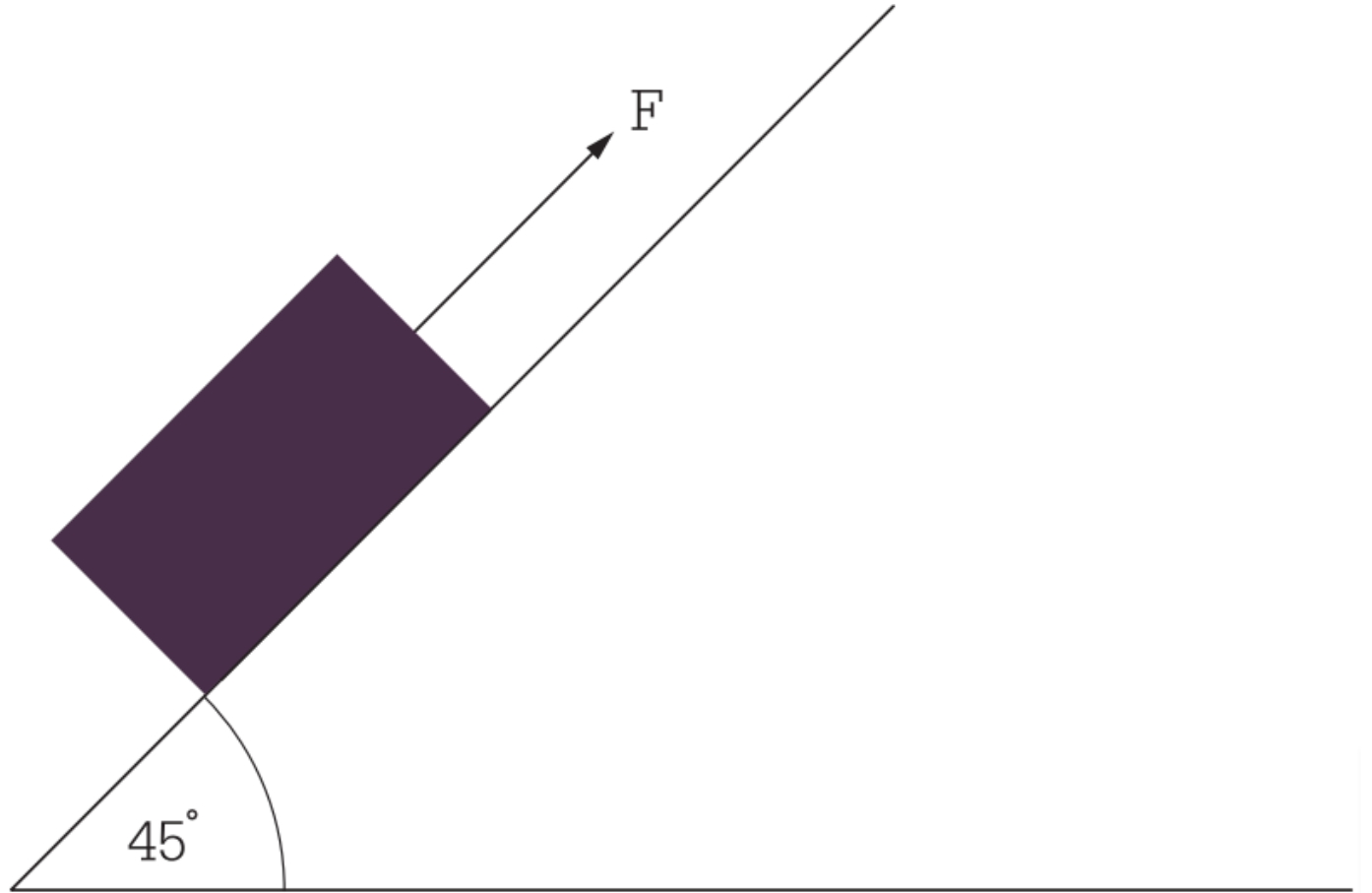
$$F = 562.68 \text{ N} + 0.5(803.59 \text{ N})$$

$$F = 964.48 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงที่ใช้สำหรับดึงวัตถุมีขนาดเท่ากับ 964.48 นิวตัน

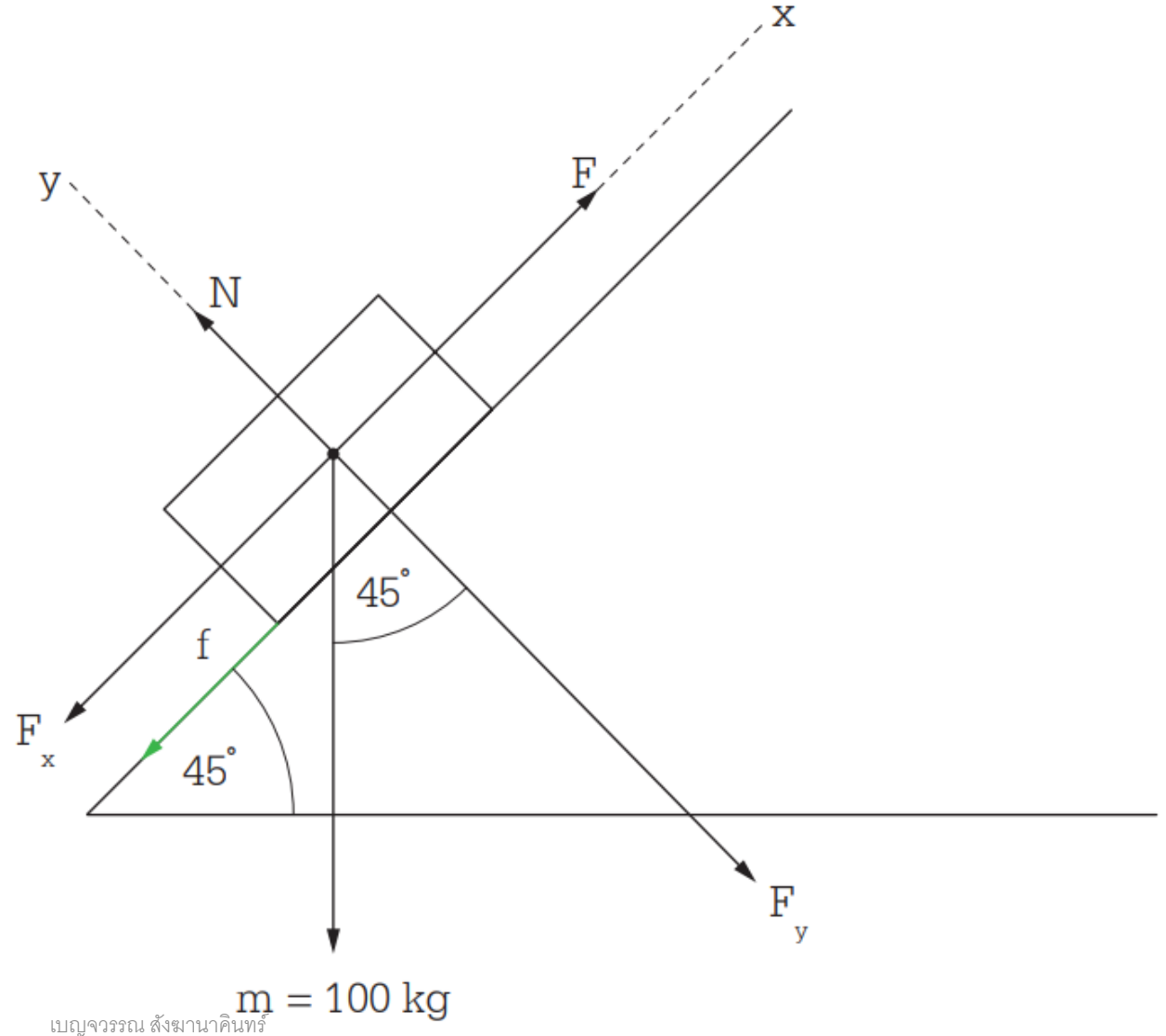
3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 5 จากตัวอย่างที่ 4 สมมติว่ากล่องเหล็กวางบนพื้นไม้เอียง 45° จง
คำนวณหาขนาดของแรง F



3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 5 จากตัวอย่างที่ 4 สมมติว่ากล่องเหล็กวางบนพื้นไม้เอียง 45° จง
คำนวณหาขนาดของแรง F



3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

โจทย์กำหนดให้

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\therefore w = mg = (100\text{kg})(9.81 \text{ m/s}^2) = 981 \text{ N}$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$\mu = 0.5$$

เนื่องจากวัตถุวางบนพื้นเอียงจึงทำให้ต้องพิจารณาทิศทางของแรง F_2 ทิศทางคือ F_x และ F_y

พิจารณา F_x

$$(\sum F_x = 0)$$

$$F - (F_x) - 0.5 \text{ N} = 0$$

$$F - (mg \sin 45^\circ) - 0.5 \text{ N} = 0$$

$$F - (981 \text{ N} \sin 45^\circ) - 0.5 \text{ N} = 0$$

$$F - 693.67 \text{ N} - 0.5 \text{ N} = 0$$

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

จัดรูปใหม่ จะได้

$$F = 693.67 \text{ N} + 0.5 \text{ N} \quad (1)$$

พิจารณา F_y

$$(\sum F_y = 0), \quad F - F_x - f = 0$$

$$N - (F_y) = 0$$

$$N - (mg \cos 45^\circ) = 0$$

$$N - (981 \text{ N} \cos 45^\circ) = 0$$

$$N - 693.67 \text{ N} = 0$$

จัดรูปใหม่ จะได้

$$N = 693.67 \text{ N} \quad (2)$$

แทนค่า (2) ใน (1) จะได้

$$F = 693.67 \text{ N} + 0.5(693.67 \text{ N})$$

$$F = 1040.51 \text{ N}$$

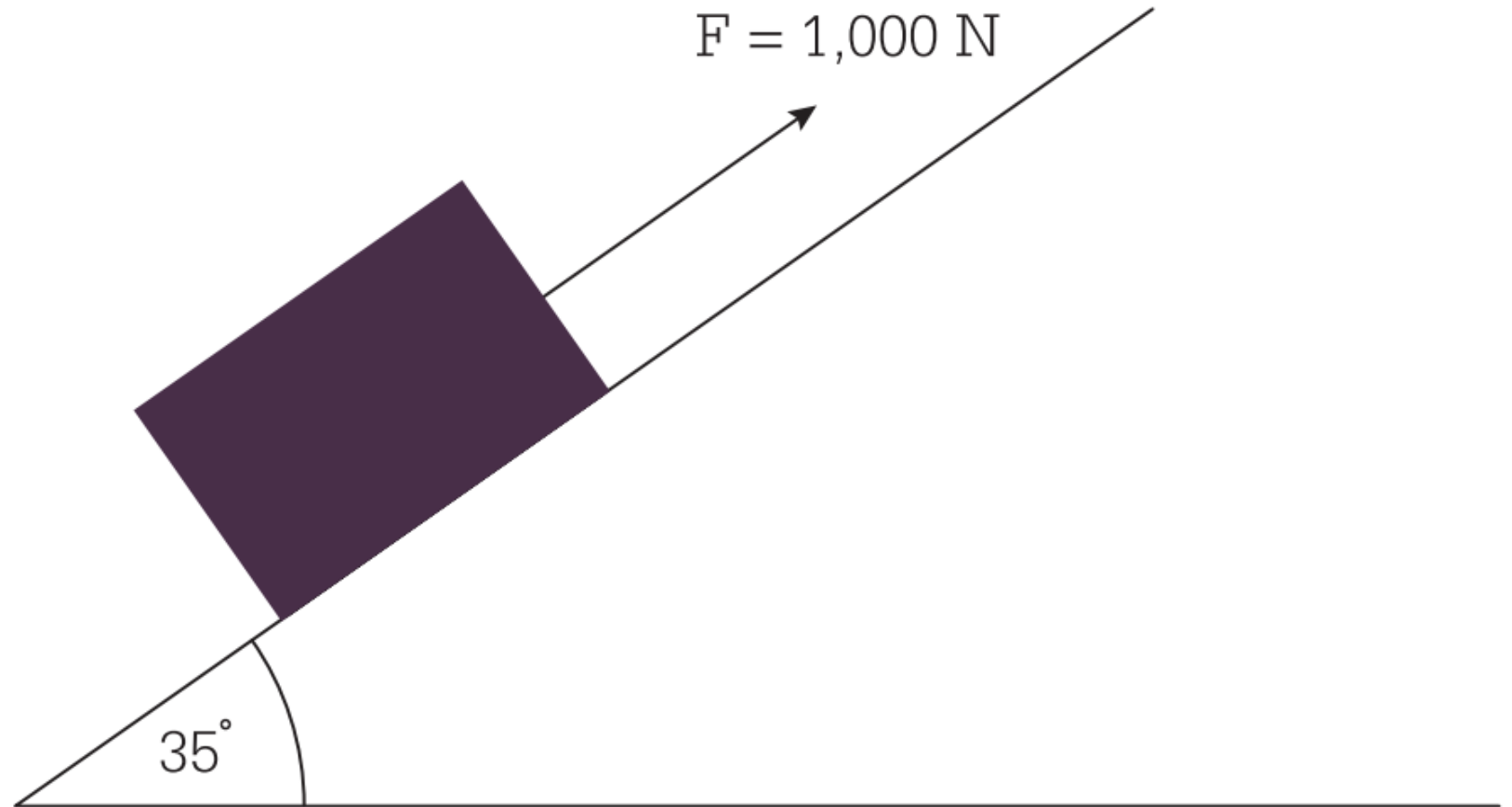
ดังนั้น แรงที่ใช้สำหรับดึงวัตถุมีขนาดเท่ากับ 1040.5 นิวตัน

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เลียดทาน

จากตัวอย่างที่ 4 และ 5 จะเห็นได้ว่าแรงที่ใช้สำหรับดึงวัตถุ
จะมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อวางวัตถุบนพื้นที่มีมุมเอียงมากขึ้นและ
จากตัวอย่างที่ 2-5 สามารถสรุปได้ว่า **ชนิดของคู่สัมผัส
และมุมเอียงมีผลต่อขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ**

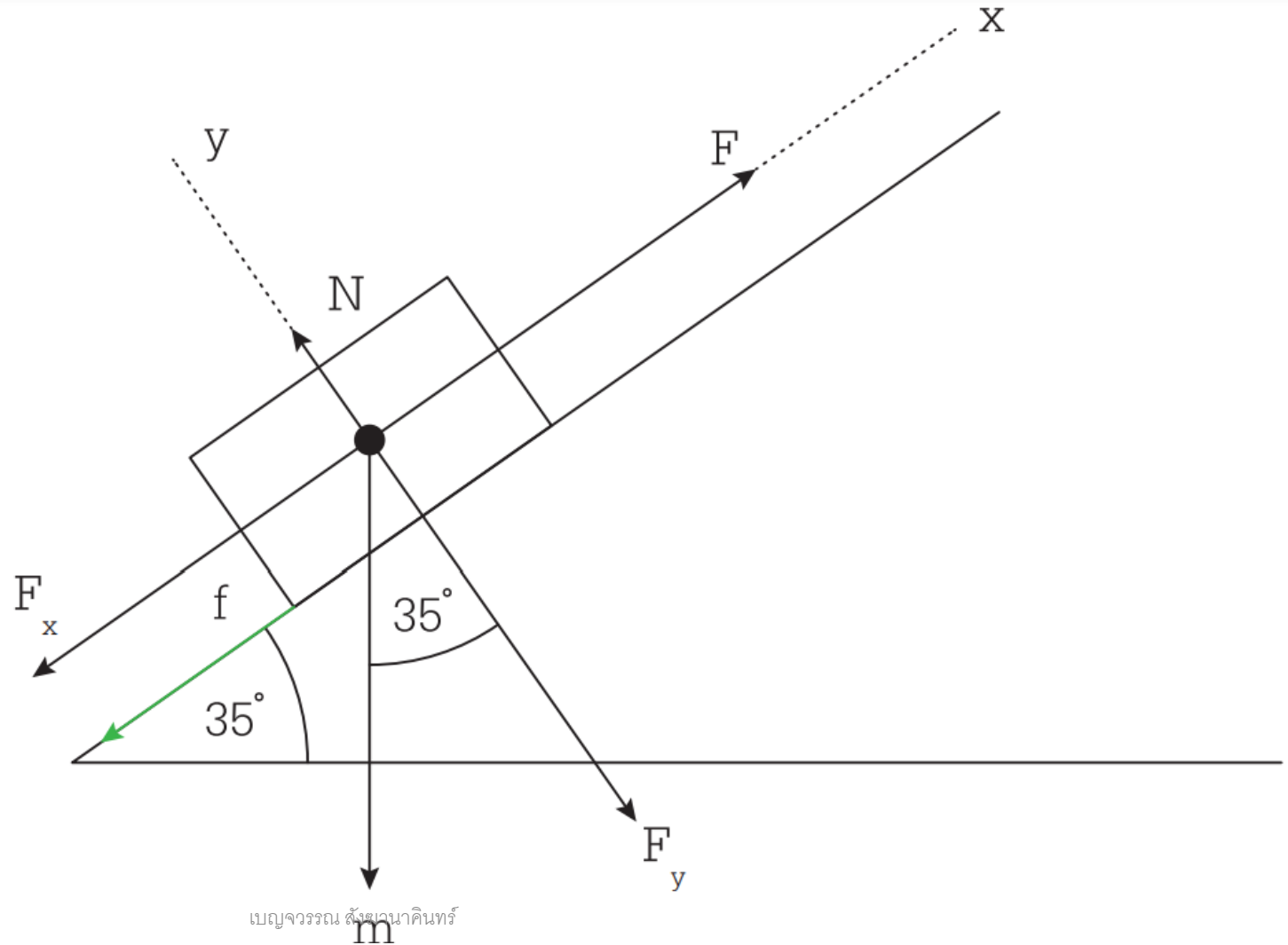
3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 6 จากกล่องเหล็กวางบนพื้นไม้เอียง 35° และมีแรง $F = 1,000 \text{ N}$ มากระทำในทิศทางดังแสดงในภาพ จงคำนวณหามวลของกล่องเหล็ก ถ้ากำหนดให้สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเท่ากับ 0.5



3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 6 จากกล่องเหล็กวางบนพื้นไม้เอียง 35° และมีแรง $F = 1,000 \text{ N}$ มากระทำในทิศทางดังแสดงในภาพ จงคำนวณหามวลของกล่องเหล็ก ถ้ากำหนดให้ สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเท่ากับ 0.5



3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

โจทย์กำหนดให้

$$\begin{aligned} F &= 1,000 \text{ N} \\ &= 1,000 \text{ kg m/s}^2 \end{aligned}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\theta = 35^\circ$$

$$\mu = 0.5$$

เนื่องจากวัตถุวางบนพื้นเอียงจึงทำให้ต้องพิจารณาทิศทางของแรง F สองทิศทางคือ F_x และ F_y

พิจารณา F_x

$$(\sum F_x = 0)$$

$$F - F_x - f = 0$$

$$F - (F_x) - 0.5 N = 0$$

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - ((m)(9.81 \text{ m/s}^2) \sin 35^\circ) - 0.5 N = 0$$

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - (m)5.63 \text{ m/s}^2 - 0.5 N = 0 \quad (1)$$

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

พิจารณา F_y
($\sum F_y = 0$)

$$N - (F_y) = 0$$

$$N - ((m)(9.81 \text{ m/s}^2) \cos 35^\circ) = 0$$

$$N - (m)8.04 \text{ m/s}^2 = 0$$

จัดรูปใหม่ จะได้

$$N = (m)8.04 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

แทนค่า (2) ใน (1) จะได้

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - (m)5.63 \text{ m/s}^2 - 0.5 ((m)8.04 \text{ m/s}^2) = 0$$

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - (m)5.63 \text{ m/s}^2 - (m)4.02 \text{ m/s}^2 = 0$$

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - (m)9.65 \text{ m/s}^2 = 0$$

จัดรูปใหม่ จาก $W = m \cdot g$ จะได้ $m = \frac{W}{g}$

$$m = \frac{1,000 \text{ kg m/s}^2}{9.65 \text{ m/s}^2}$$

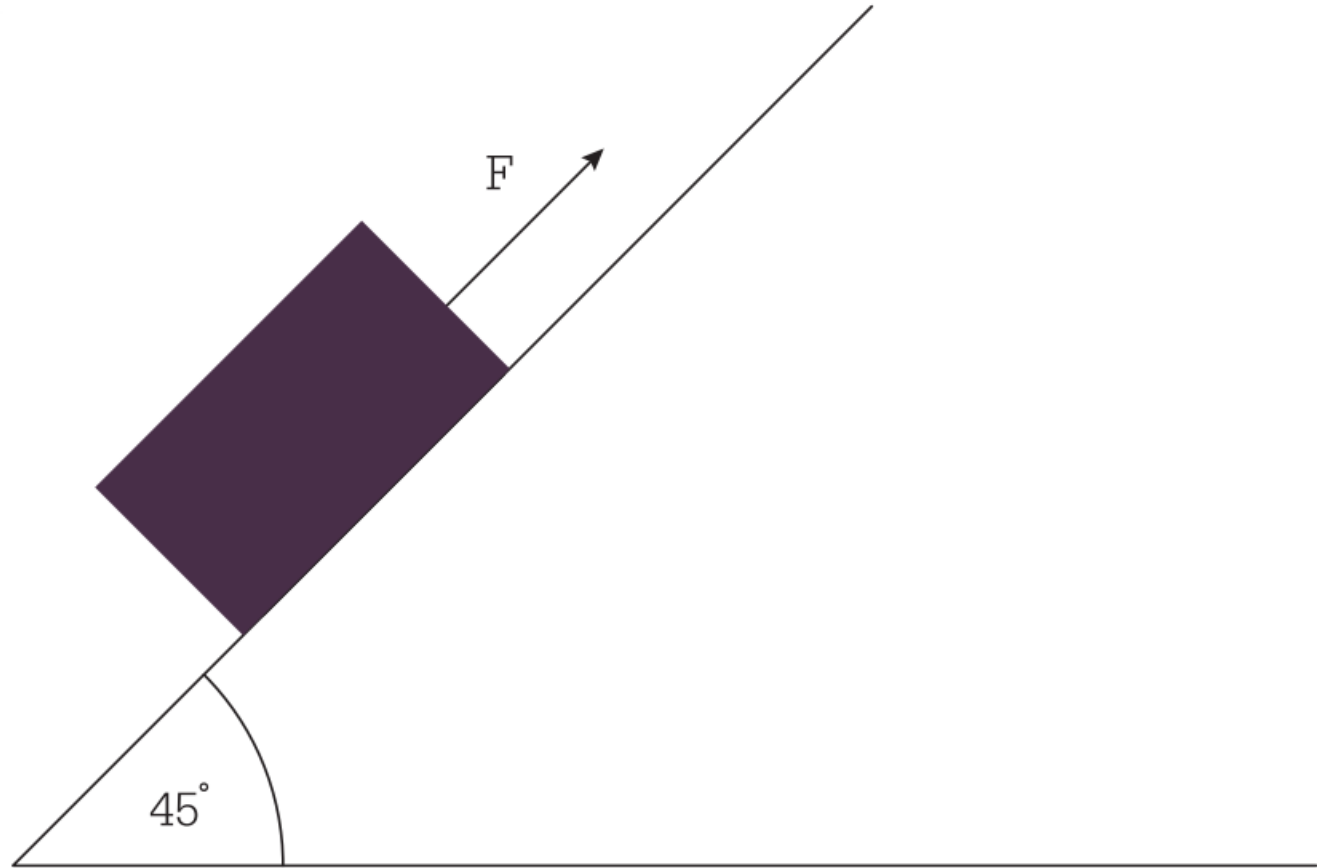
$$= 103.63 \text{ kg}$$

เบญจวรรณ สังฆานาคินทร์

ดังนั้น มวลของกล่องเหล็กเท่ากับ 103.63 กิโลกรัม

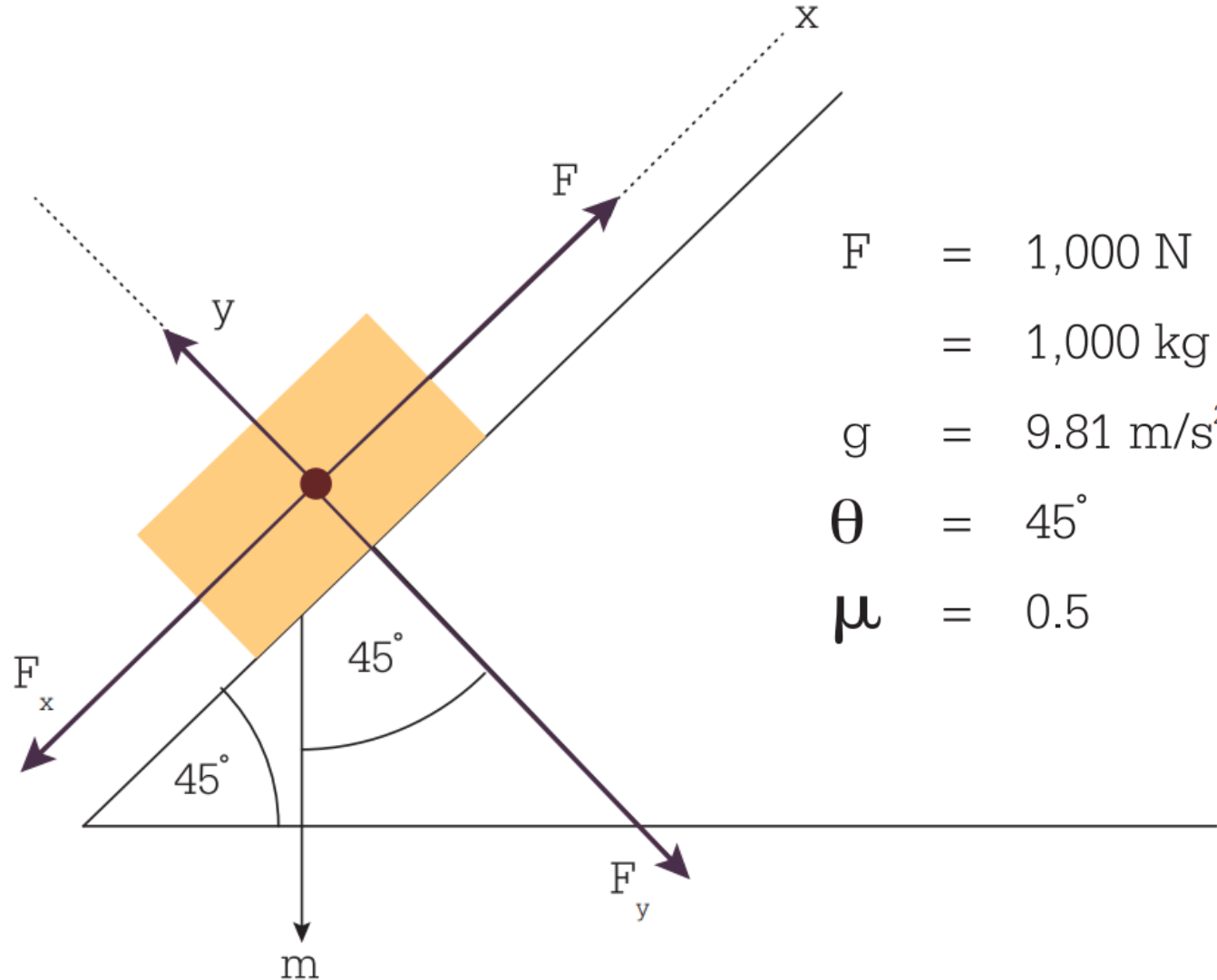
3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 7 จากตัวอย่างที่ 6 สมมุติว่ากล่องเหล็กวางบนพื้นไม้เอียง 45°
จงหาคำนวนหาผลของกล่องเหล็ก



3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

ตัวอย่างที่ 7 จากตัวอย่างที่ 6 สมมุติว่ากล่องเหล็กวางบนพื้นไม้เอียง 45°
จงหาคำนวณหามวลของกล่องเหล็ก



$$\begin{aligned} F &= 1,000 \text{ N} \\ &= 1,000 \text{ kg m/s}^2 \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\ \theta &= 45^\circ \\ \mu &= 0.5 \end{aligned}$$

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียหาย

เนื่องจากวัตถุวางบนพื้นเอียงจึงทำให้ต้องพิจารณาทิศทางของแรง F สองทิศทางคือ F_x และ F_y

พิจารณา F_x

$$(\sum_y F_y = 0)$$

$$F - (F_x) - 0.5 \text{ N} = 0$$

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - ((m)(9.81 \text{ m/s}^2) \sin 45^\circ) - 0.5 \text{ N} = 0$$

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - (m)6.94 \text{ m/s}^2 - 0.5 \text{ N} = 0 \quad (1)$$

พิจารณา F_y

$$(\sum F_y = 0)$$

$$N - (F_y) = 0$$

$$N - ((m)(9.81 \text{ m/s}^2) \cos 45^\circ) = 0$$

$$N - (m)6.94 \text{ m/s}^2 = 0$$

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียดทาน

จัดรูปใหม่ จะได้

$$N = (m)6.94 \text{ m/s}^2 \text{ _____ (2)}$$

แทนค่า (2) ใน (1) จะได้

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - (m) 6.94 \text{ m/s}^2 - 0.5 ((m) 6.94 \text{ m/s}^2) = 0$$

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - (m) 6.94 \text{ m/s}^2 - (m) 3.47 \text{ m/s}^2 = 0$$

$$1,000 \text{ kg m/s}^2 - (m) 10.41 \text{ m/s}^2 = 0$$

จัดรูปใหม่ จะได้ $w = m \cdot g, m = \frac{w}{g}$

$$m = \frac{1,000 \text{ kg m/s}^2}{10.41 \text{ m/s}^2} \\ = 96.06 \text{ kg}$$

ดังนั้น มวลของกล่องเหล็กเท่ากับ 96.06 กิโลกรัม

3. สัมประสิทธิ์ ของความ เสียหาย

จากตัวอย่างที่ 6 และ 7 สังเกตว่าแรงกระทำเท่ากัน
ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียหายเท่ากันดังนั้น **มุมที่**
ต่างกันจะมีผลต่อมวลของวัตถุที่วางบนพื้นเอียง จะเห็น
ว่ามวลของวัตถุจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อมุมเอียงมากขึ้น