

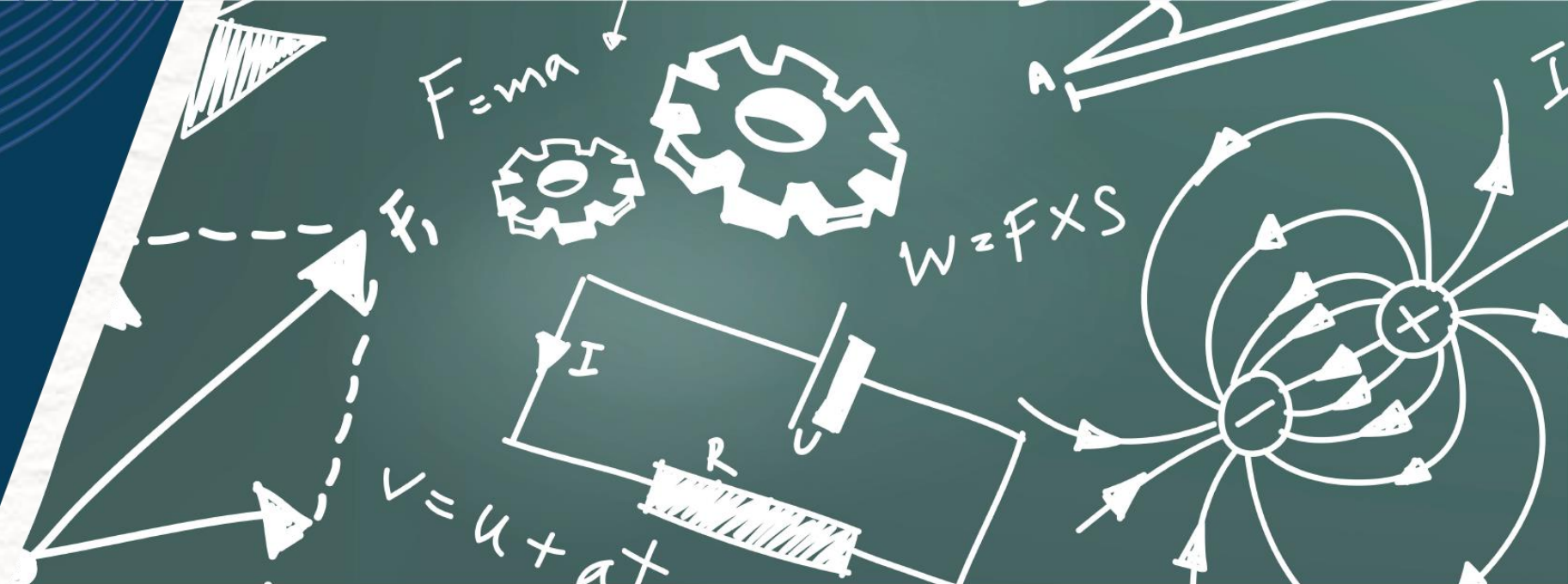


บทเรียนที่ 3

สมบัติแรง
และโมเมนตัม



สาระการเรียนรู้



- 1 การสมมูลของวัตถุ
- 2 การสมมูลของแรง 2 แรง
- 3 การสมมูลของแรง 3 แรง
- 4 สมมูลของแรงมากกว่า 3 แรงขึ้นไป
- 5 โมเมนต์และสมมูลต่อการหมุน
- 6 สมมูลของการหมุน

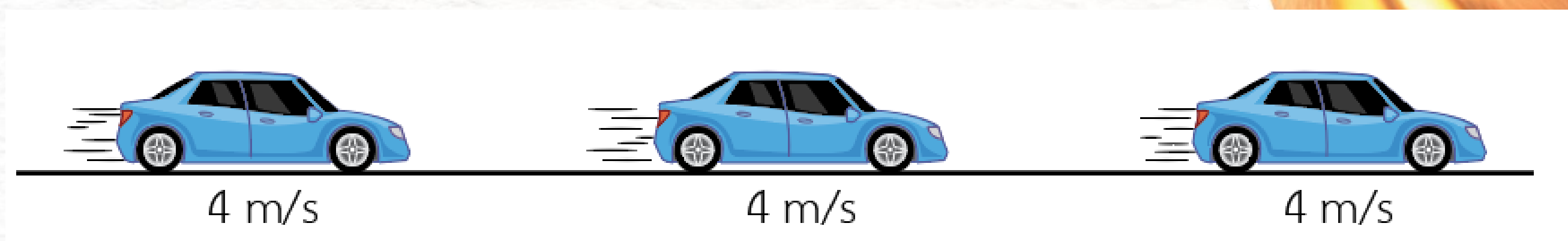
1. การสมดุลของวัตถุ

การสมดุลของวัตถุเป็นการคงสภาพเดิม ๆ ของวัตถุที่อยู่ในขณะนั้น

1. วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่



2. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว



เซอร์ไอแซก นิวตัน ได้ศึกษาถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยสรุปเป็นกฎข้อ
ที่ 1 ของการเคลื่อนที่ไว้ว่า

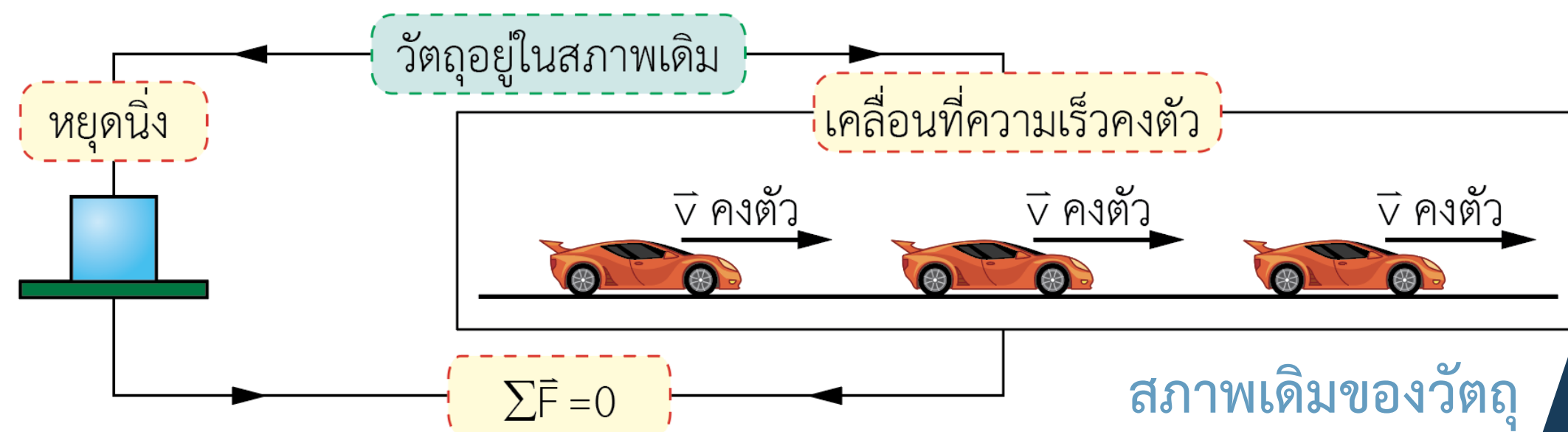
“วัตถุจะรักษาสภาพเดิมอยู่เสมอถ้าไม่มีแรงมากระทำ หรือมีแรงมากระทำ
แล้วผลรวมของแรงมีค่าเป็นศูนย์”

จากกฎข้อที่ 1 ของนิวตันเราสามารถอธิบายได้ว่า

1. เมื่อเราสังเกตเห็นวัตถุอยู่ในสภาพต่อไปนี้

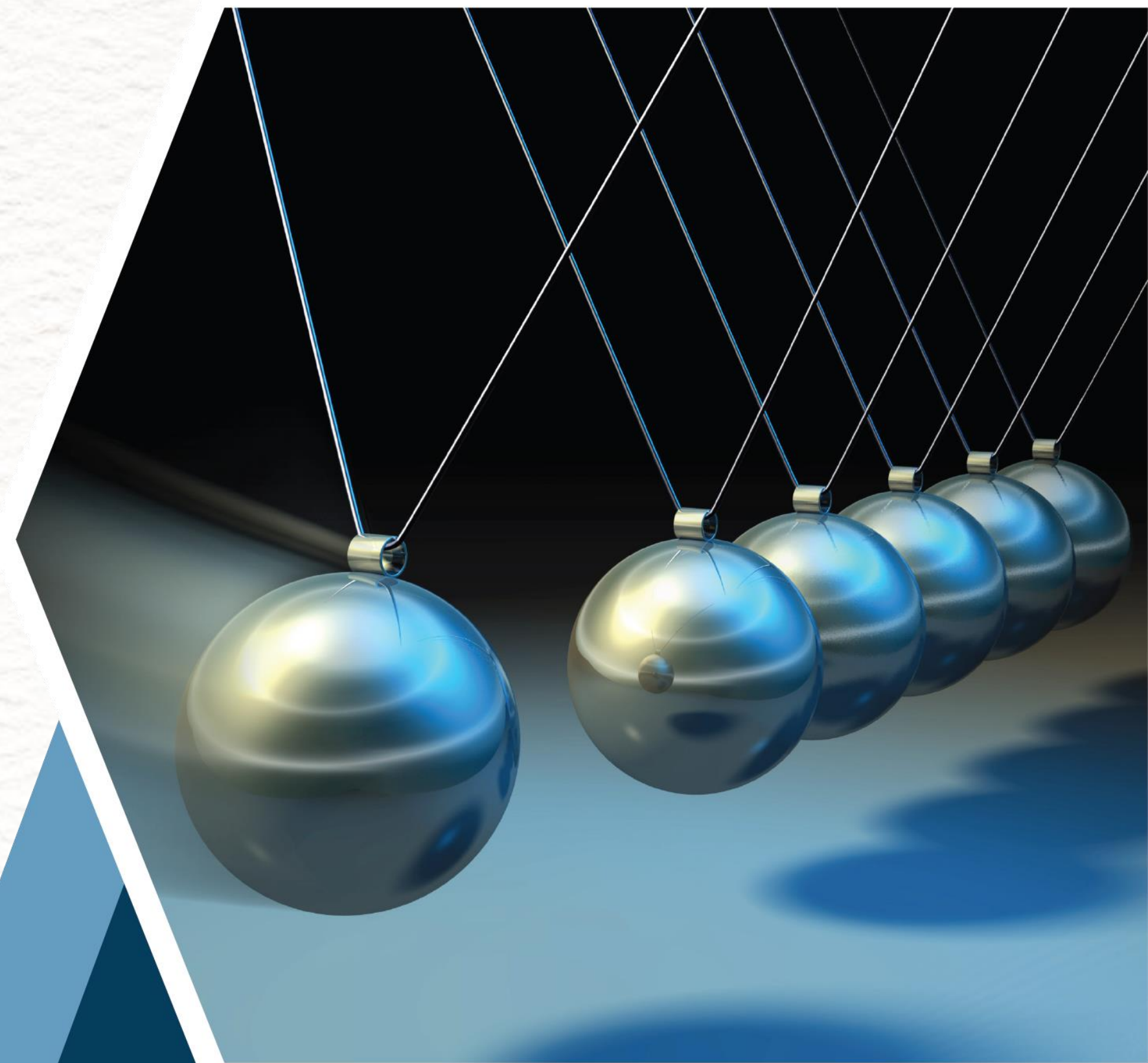
1.1 หยุดนิ่ง

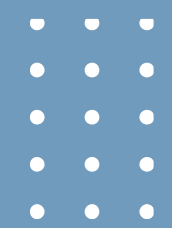
1.2 เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว



2. แสดงว่าต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุนั้น อย่างน้อย 2 แรง ยกเว้น วัตถุอยู่ในอวกาศ แรงที่กระทำต่อวัตถุแรงที่ 1 คือ แรงโน้มถ่วงของโลก ($\vec{W}$, $m\vec{g}$) และแรงอื่นๆ อีก เช่น แรงตึง ($\vec{T}$) แรงปกติ ($\vec{N}$) แรงเสียดทาน ($\vec{f}$) แรงจากสปริง ($\vec{F}_s$)

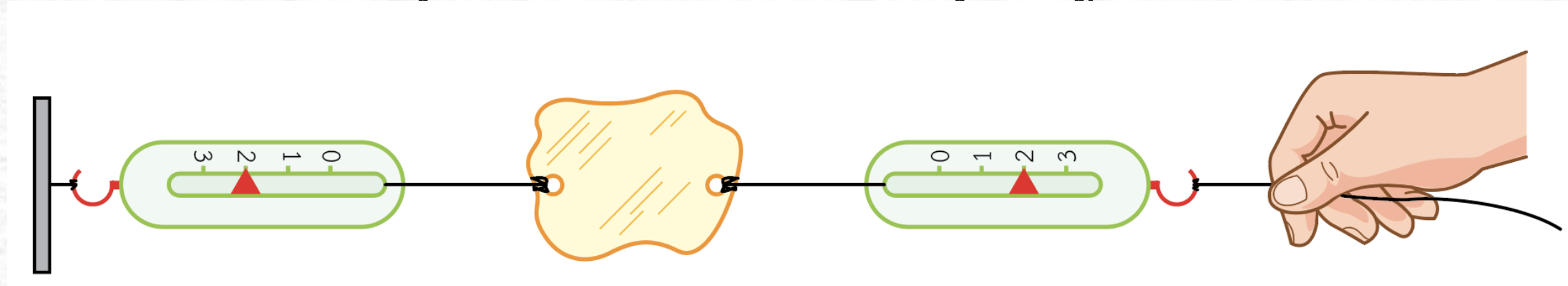
3. ผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับศูนย์ แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ จะต้องใช้วิธีการบวกแบบปริมาณเวกเตอร์ในการพิจารณาแรงที่มากระทำต่อวัตถุในขณะที่อยู่ในสภาพสมดุล จะแบ่งลักษณะของแรงที่มากระทำออกเป็น 3 ลักษณะ





2. การสมดุลของแรง 2 แรง

เป็นลักษณะของสมดุลที่ถือว่าเป็นแบบที่ง่ายที่สุด ดังรูป



สมดุลของแรง 2 แรง

ถ้าออกแรงดึงสปริงทั้ง 2 ข้างและวัตถุหยุดนิ่ง เราจะพบว่า ขนาดของแรงทั้งสองที่อ่านได้จากสปริงจะมีค่าเท่ากัน และทิศทางของแรงจะมีทิศทางตรงข้ามกัน สรุปได้ว่า

1. ขนาดแรง 2 แรงต้องมีค่าเท่ากัน
2. ทิศทางของแรง 2 แรงต้องมีทิศตรงข้ามกัน และอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ผลจากเรื่องสมดุลของแรง 2 แรงเราสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น



3. การสังเกตของแรง 3 แรง

ในกรณีที่มีแรง 3 แรงไปกระทำต่อวัตถุ แรงทั้งสามจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

3.1 แนวแรงทั้งสามต้องอยู่บนระนาบเดียวกัน

3.2 แนวแรงทั้งสามต้องพบกันที่จุดจุดหนึ่ง

3.3 ผลบวกของแรง 2 แรงจะมีขนาดเท่ากับแรงที่ 3

แรง 3 แรงที่กระทำต่อวัตถุผลรวมของแรงมีค่าเท่ากับศูนย์
ดังนั้น ถ้านำแรง 2 แรงไปรวมกัน ผลบวกของแรง 2 แรง
จะต้องเท่ากับขนาดของแรงที่เหลือแต่มีทิศทางตรงกันข้าม



การคำนวณหาแรงที่กระทำต่อวัตถุในกรณีสมดุลของแรง 3 แรง

เนื่องจากแรง 3 แรงอยู่บนระนาบเดียวกัน ดังนั้นเราจะใช้ระบบแกน 2 มิติ คือ แกน x และ y มาเป็นตัวกำหนดทิศทางของแรงทั้งสามโดยแตกแรงทุกแรงให้อยู่ในแนวแกน x และ y ใช้วิธีการแยกเวกเตอร์ จากนั้นนำแต่ละแกนมาพิจารณาเนื่องจากผลรวมของแรงทั้งหมดมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น ผลรวมของแรงในแต่ละแกนจึงมีค่าเท่ากับศูนย์ด้วย จะได้ว่า

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= 0 \\ \Sigma F_y &= 0\end{aligned}$$

สรุปขั้นตอนในการคำนวณได้ว่า

1. เขียน Free Body Diagram ของแรง 3 แรงที่กระทำต่อวัตถุ
2. แตกแรงแต่ละแรงไปในแนวแกน x และแกน y โดยใช้วิธีการแยกเวกเตอร์
3. หาผลรวมของแรงในแต่ละแกน

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= 0 \dots\dots\dots ① \\ \text{ผลบวกของแรงทางซ้าย} &= \text{ผลบวกของแรงทางขวา} \\ \Sigma F_y &= 0 \dots\dots\dots ② \\ \text{ผลบวกของแรงขึ้น} &= \text{ผลบวกของแรงลง}\end{aligned}$$

4. คำนวณหาปริมาณที่ต้องการทราบจากการแก้สมการ 2 สมการในข้อ 3
จะได้คำตอบ

การศึกษาสมมูลของแรงมากกว่า 3 แรง คือ แยกแรงไปในแนวแกน x และ แกน y แล้วหาผลรวมของแรงในแนวแกน x และ y

$$\sum_x \vec{F} = 0$$

$$\sum \vec{F}_y = 0$$



สรุปขั้นตอนในการคำนวณได้ว่า

1. เขียน Free Body Diagram ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ
2. แยกแรงแต่ละแรงไปในแนวแกน x และแกน y โดยใช้วิธีการแยกเวกเตอร์
3. หาผลรวมของแรงในแต่ละแกน

$$\begin{aligned}\Sigma \vec{F}_x &= 0 \dots\dots\dots ① \\ \text{ผลบวกของแรงทางซ้าย} &= \text{ผลบวกของแรงทางขวา} \\ \Sigma \vec{F}_y &= 0 \dots\dots\dots ② \\ \text{ผลบวกของแรงขึ้น} &= \text{ผลบวกของแรงลง}\end{aligned}$$

4. คำนวณหาปริมาณที่ต้องการทราบจากการแก้สมการ 2 สมการ
ในข้อ 3 จะได้คำตอบ



5. โมเมนต์และสมดุลต่อการหมุน

การหมุนของวัตถุเกิดจากการที่แรงไปกระทำต่อวัตถุแล้วแนวแรงไม่ผ่านจุดศูนย์กลางของมวล จะทำให้วัตถุเกิดการหมุน ถ้าวัตถุที่จุดตรึงก็จะหมุนอยู่กับที่ แต่ถ้าวัตถุไม่มีจุดตรึงก็จะเคลื่อนที่ไปด้วยพร้อมกับหมุนไปด้วย ในที่นี้จะศึกษาเฉพาะวัตถุที่หมุนอยู่กับที่ ค่าของการหมุนที่เกิดขึ้นเราจะเรียกว่า “โมเมนต์” (Moment) โดยมีนิยามของโมเมนต์ว่า

“โมเมนต์” หมายถึง ผลคูณระหว่างแรงกับระยะห่างจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง เขียนเป็นสูตรได้

$$M = F \times L$$

หน่วยของ Moment คือ N•m

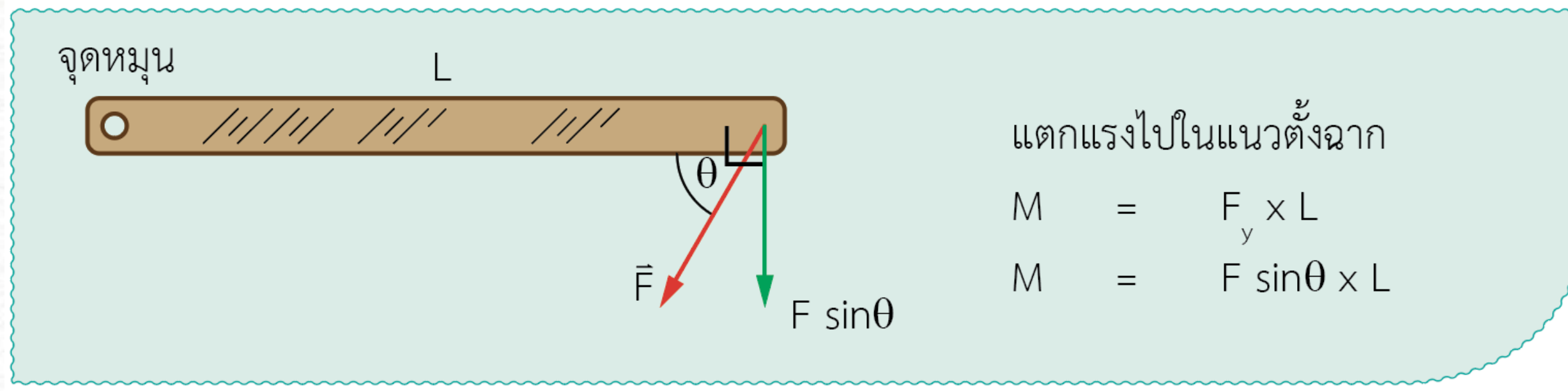
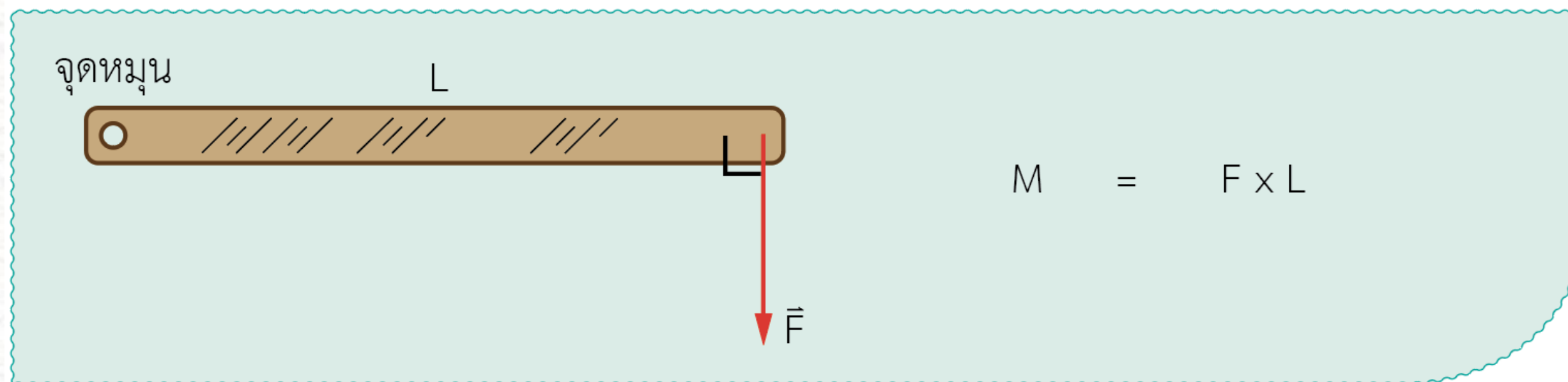
เมื่อ M หมายถึง ขนาดของโมเมนต์ (N•m)

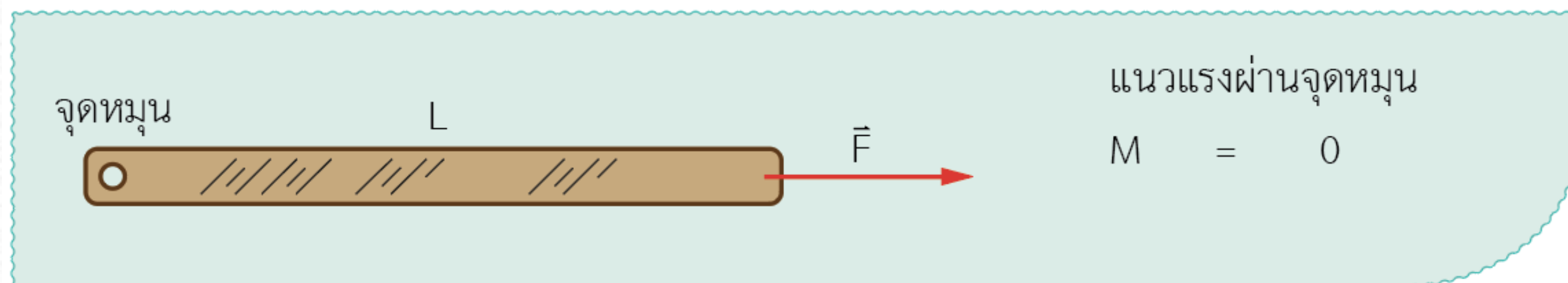
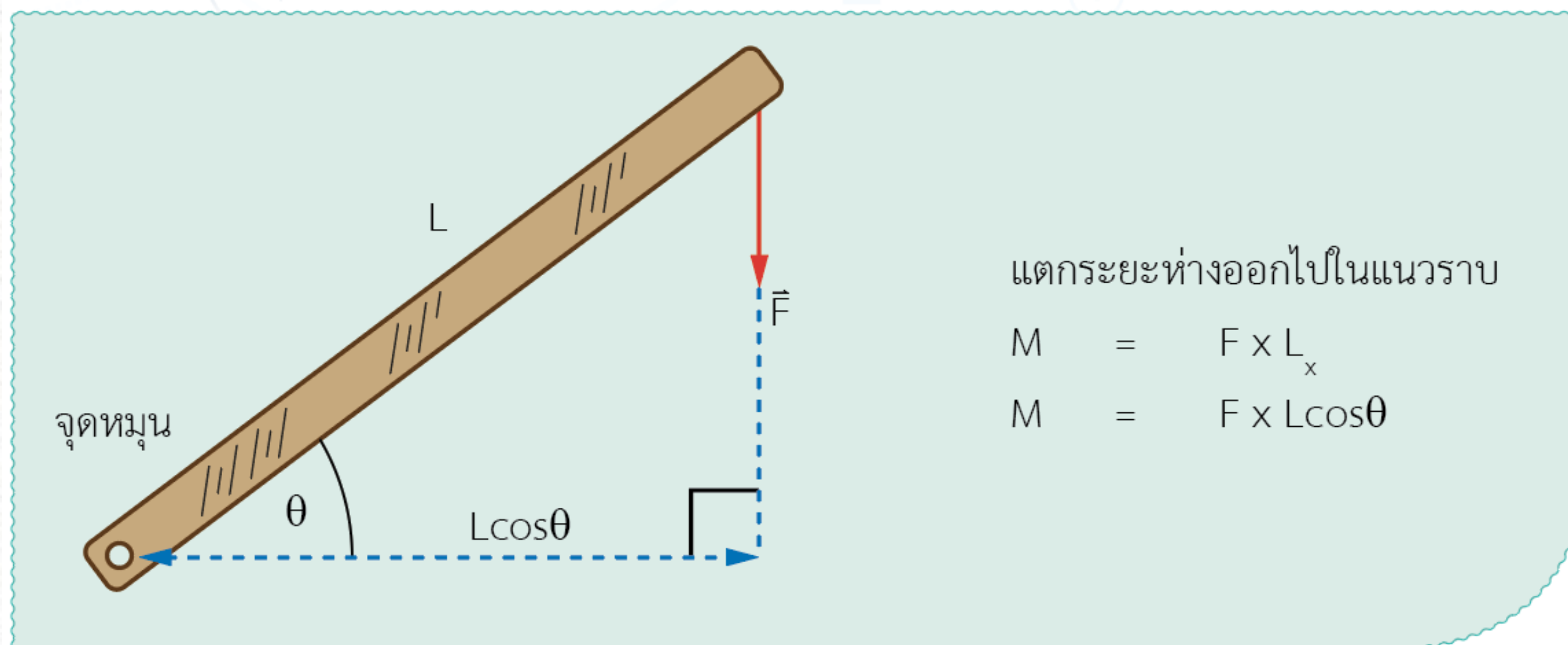
F หมายถึง ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ (N)

L หมายถึง ระยะห่างจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง (m)



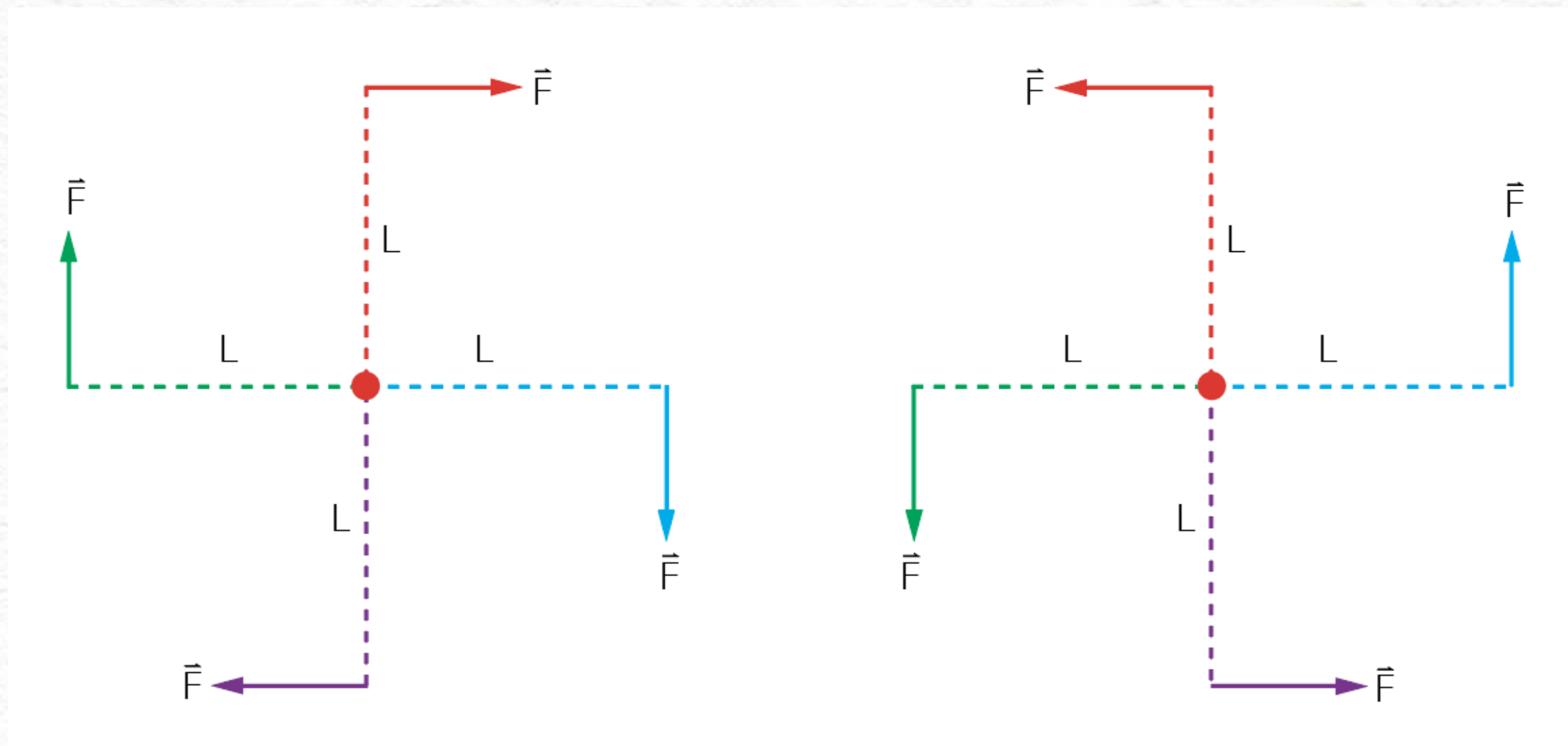
จากนิยามถ้าเรานำมาพิจารณาเราจะสามารถหาค่าของโมเมนต์ได้จากรูปต่าง ๆ ดังนี้





รูป

ค่าของโมเมนต์จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา และโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา ดัง



ชนิดของโมเมนต์

6. สมดุลของการหมุน

ในชีวิตประจำวันเราจะพบว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุไม่ผ่านจุดศูนย์กลางของมวลเป็นส่วนใหญ่แต่วัตถุก็ไม่ได้หมุนไปตามแรงที่มากระทำ ที่เป็นเช่นนี้เพราะมีแรงอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดโมเมนต์ในทิศตรงกันข้าม

จากรูปปั้นจั่นที่ยกของ น้ำหนักของวัตถุจะทำให้เกิดโมเมนต์ตาม ดังนั้น จึง

- นำแท่งคอนกรีตไปถ่วงอีกด้านเพื่อให้เกิดโมเมนต์ทวนต้านกับโมเมนต์ตามทำให้
- ปั้นจั่นไม่ล้มลงมา

- การนำเรื่องของโมเมนต์ไปใช้จะนำไปอธิบายสภาพของวัตถุที่ถูกแรงหลาย
- แรงกระทำ ในตำแหน่งต่าง ๆ กัน แล้ววัตถุไม่เกิดการหมุนหรือที่เราเรียกว่าอยู่ใน
- สภาพ “สมดุลต่อการหมุน” โดยค่าของผลรวมของโมเมนต์ที่เกิดขึ้นบนวัตถุที่อยู่ใน
- สภาพดังกล่าวจะมีค่าเป็นศูนย์

$$\Sigma \vec{F}_x = 0$$

ปั้นจั่นยกของขึ้นที่สูง



แต่เนื่องจากลักษณะของโมเมนต์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา และโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา ดังนั้น เราอาจจะเขียนรูปใหม่ได้ว่า

$$\begin{array}{ccc} \text{ผลรวมของโมเมนต์ตาม} & = & \text{ผลรวมของโมเมนต์ทวน} \\ (\Sigma M_{\text{ตาม}}) & = & (\Sigma M_{\text{ทวน}}) \end{array}$$

จากการศึกษาเรื่องของโมเมนต์และสมดุลต่อการหมุนเราสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้มากมาย ตัวอย่างเช่น

- ใช้หลักของโมเมนต์โดยการนำวัตถุวางลงในด้านหนึ่งแล้วนำตุ้มน้ำหนักวางในจานอีกด้านดูให้เข็มไม่เบนไปด้านใดด้านหนึ่ง ค่าของน้ำหนักวัตถุกับน้ำหนักตุ้มจะเท่ากันเพราะระยะห่างของจานเท่ากัน



- **คาน** คานเป็นวัตถุแข็งยาว ๆ ใช้สำหรับจัดวัตถุ โดยวางจุดหมุนใกล้กับน้ำหนักวัตถุ แล้วออกแรงที่ปลายอีกด้านหนึ่งซึ่งห่างจากจุดหมุนมากกว่า จะทำให้ออกแรงน้อยลง เป็นเครื่องมือที่ใช้ผ่อนแรง

$$(F)(L_1) = (W)(L_2)$$

- **ล้อและเฟลา** ล้อและเฟลาเป็นลักษณะของวง 2 วง ที่มีจุดศูนย์กลางที่เดียวกัน ติดกัน ถ้าหมุนล้อเฟลาก็จะหมุนตามไป แต่ล้อวงใหญ่กว่าเฟลาการหมุนล้อจึงออกแรงน้อยกว่า

$$(F)(R) = (W)(r)$$

