

# สมดุลกล (Equilibrium)

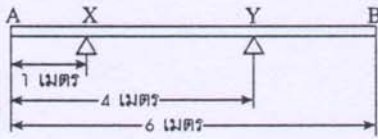
ผศ. ศิลปชัย บุรณพานิช

## สรุปสาระสำคัญ

- คำสำคัญ :** สมดุล สมดุลสถิต(static equilibrium) สมดุลจลน์(dynamic equilibrium) สมดุลของแรงสามแรง วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรง แรงเสียดทาน(frictional force) สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน(coefficient) สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต(coefficient of static friction) สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์(coefficient of dynamic friction) สมดุลต่อการหมุน ความเร็วเชิงมุม(angular velocity) ศูนย์กลางมวล(center of mass) ศูนย์ถ่วง(center of gravity) โมเมนต์ของแรง(moment of a force) ทอร์ก(Torque)ของแรง วัตถุแข็งเกร็ง(rigid body)
- สาระสำคัญ**
  - สมดุลกลหรือสมดุล แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง และ สมดุลต่อการหมุน
  - สมดุล จำแนกได้เป็นสมดุลสถิตและสมดุลจลน์ สมดุลสถิตเป็นสมดุลของวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างที่อยู่นิ่ง สมดุลจลน์เป็นสมดุลของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
  - แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสกันในแนวขนานกับผิวสัมผัส ระหว่างผิววัตถุสองก้อน แรงเสียดทานสถิตเป็นแรงเสียดทานที่กระทำกับวัตถุขณะที่อยู่นิ่ง แรงเสียดทานจลน์เป็นแรงเสียดทานที่กระทำกับวัตถุขณะเคลื่อนที่
  - โมเมนต์ของแรงหรือทอร์กเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร มีค่าเท่ากับผลคูณของขนาดของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง
  - สมดุลสัมบูรณ์ของวัตถุใด ๆ หมายถึงวัตถุนั้นอยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง และสมดุลต่อการหมุน
  - เครื่องกลอย่างง่าย สามารถใช้หลักการของสมดุลและโมเมนต์ของแรงหรือทอร์ก มาอธิบายหลักการทำงานได้
- สมการที่เกี่ยวข้อง**
  - แรงลัพธ์เป็นศูนย์ หรือผลรวมของแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์
$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$$
  - ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์
$$\sum_{i=1}^n \vec{M}_i = 0$$
  - $f = \mu N$

## ตัวอย่างโจทย์ฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล

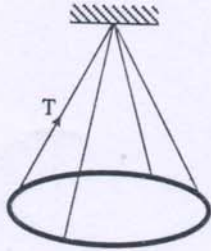
1. คานสม่ำเสมอ AB ยาว 6 เมตร วางพาดตามแนวระดับอยู่บนลิ้ม 2 อันที่จุด X และ Y ห่างจากปลาย



A เป็นระยะ 1 เมตร และ 4 เมตรตามลำดับ แรงน้อยที่สุดที่จะสามารถทำให้คานเฉยขึ้นจากลิ้มได้ต้องกระทำอย่างไร

1. กดปลาย A
2. กดปลาย B
3. ยกปลาย B
4. ยกปลาย A

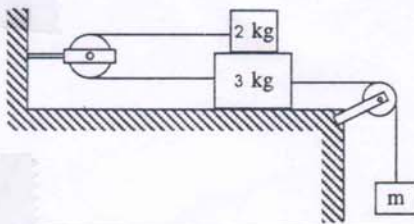
2.



แขวนลวดวงกลมหนัก 8 นิวตัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ไว้กับเพดานอย่างสมมาตรและวางตัวสมดุลอยู่ในแนวระดับด้วยเชือกเบา 4 เส้น ตั้งรูปถ้าเชือกแต่ละเส้นยาว 50 เซนติเมตร แรงดึงในเชือกแต่ละเส้นมีค่าเท่าใด

1. 2.0 N
2. 2.5 N
3. 3.3 N
4. 5 N

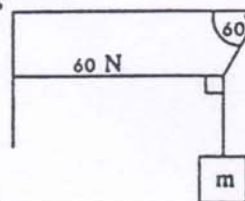
3.



จากรูป โต๊ะไม่มีความเสียดทานและผิวสัมผัสระหว่างมวลทั้งสองมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและจลน์เป็น 0.4 และ 0.3 ตามลำดับ มวล m ก็กิโลกรัมที่จะทำให้ระบบเคลื่อนที่

4.

แขวนวัตถุมวล m ด้วยเชือกเบาตั้งรูป ถ้าแรงดึงในเส้นเชือกตามแนวระดับมีขนาด 60 นิวตัน จงหาน้ำหนักของวัตถุนั้น



1. 30 N
2.  $\frac{60}{\sqrt{3}}$  N
3.  $60\sqrt{3}$  N
4. 120 N

5.

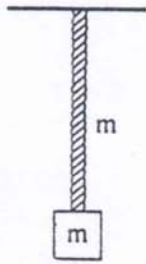
จากสถานการณ์ต่อไปนี้ ข้อความใดบ้างที่แสดงว่าวัตถุสมดุลต่อการหมุน

- ก. รอกเดี่ยวหมุนอย่างอิสระรอบแกนที่ไม่มีความเสียดทานด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงที่
- ข. ลูกบอลกลิ้งลงมาจากพื้นเอียงที่มีความฝืดด้วยความเร่งของจุดศูนย์กลางมวลคงที่
- ค. การผลักวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นราบด้วยความเร่งคงที่โดยที่วัตถุไม่พลิกคว่ำ
- ง. การผลักหน้าต่างให้เปิดออกด้วยอัตราเร็วไม่คงที่

คำตอบที่ถูกต้องคือ

1. ก. ข. และ ง.
2. ก. และ ค.
3. ก. เท่านั้น
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

6.

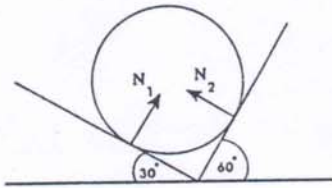


ผูกมวล  $m$  ติดกับปลายเชือกที่มีมวล  $m$  แล้วแขวนไว้กับเพดานตั้งรูป ความดึงเชือกที่จุดกึ่งกลางเชือกเป็นเท่าใด

1.  $mg$
2.  $\frac{3}{2} mg$
3.  $2 mg$
4.  $\frac{5}{2} mg$

7.

ทรงกลมตันหนัก 5 นิวตัน วางอยู่บนระนาบเอียงที่ไม่มีแรงเสียดทาน 2 อัน ซึ่งทำมุม 30 องศา และ 60 องศา กับพื้นราบ ดังแสดงในรูป ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

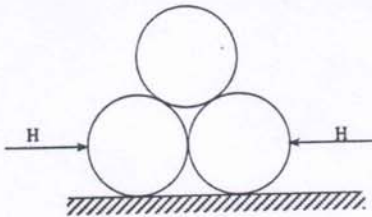


กำหนดให้  $\tan 60^\circ = 1.732$ ,  $\tan 30^\circ = 0.577$

1.  $N_1 - N_2 = 1.83 \text{ N}$
2.  $N_2 - N_1 = 1.83 \text{ N}$
3.  $N_1 - N_2 = 2.83 \text{ N}$
4.  $N_2 - N_1 = 2.83 \text{ N}$

8.

ท่อน้ำยาว 2 ท่อ แต่ละท่อหนัก 40 กิโลกรัม วางชิดกันตามยาวบนพื้นเกลี้ยง ดันเข้าท่อด้านละหนึ่งก้านวางซ้อนสองท่อแรกตั้งรูป แรง  $H$  ในแนวราบจะต้องมีค่าอย่างน้อยเท่าไร ที่จะทำให้ท่อไม่แยกจากกัน

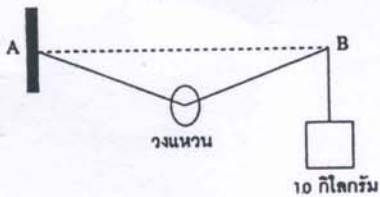


กำหนดให้  $\sin 30^\circ = 0.50$  และ  $\cos 30^\circ = 0.87$

- |          |          |
|----------|----------|
| 1. 115 N | 2. 240 N |
| 3. 350 N | 4. 460 N |

9.

เชือกเบาเส้นหนึ่งผูกกับกำแพงที่จุด A พาดผ่านตะปู B เกลี้ยงซึ่งอยู่ในแนวระดับเดียวกับจุด A และห่างจาก A 1.6 เมตร ส่วนปลายเชือกที่เหลือผูกกับมวล 10 กิโลกรัม และมีวงแหวนมวล 0.2 กิโลกรัม ร้อยเข้าไปในเส้นเชือกตั้งรูป โดยวงแหวนและเส้นเชือกไม่มีแรงเสียดทานต่อกัน จงหาว่าวงแหวนอยู่ต่ำกว่าระดับ AB เท่าใด



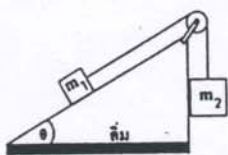
10.

1. 8 มิลลิเมตร

2. 6 มิลลิเมตร

3. 4 มิลลิเมตร

4. 3 มิลลิเมตร



ลิ้มอยู่บนพื้นราบที่ไม่มีแรงเสียดทาน  $m_1$  และ  $m_2$  ผูกไว้ตั้งรูป  $m_1$ ,  $m_2$  และ  $\theta$  ต้องสัมพันธ์กันอย่างไร จึงจะทำให้ลิ้มไม่เลื่อน (ไม่คิดแรงเสียดทานระหว่าง  $m_1$  กับพื้นเอียงของลิ้ม)

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. $m_1 = m_2 \cos \theta$ | 2. $m_2 = m_1 \cos \theta$ |
| 3. $m_1 = m_2 \sin \theta$ | 4. $m_2 = m_1 \sin \theta$ |