



บทที่ 4 สมดุลกล

4.1 สมดุลกล



คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 4.1 สมดุลกล

1. การยื่นนิ่งโดยมีข้อข้างหนึ่งถือกระเป่าเป็นการอยู่ในสมดุลหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ยกตัวอย่างวัตถุที่อยู่ในสมดุลต่อการเลื่อนที่มา 2 ตัวอย่าง
3. ยกตัวอย่างวัตถุที่อยู่ในสมดุลต่อการหมุนมา 2 ตัวอย่าง
4. นักกรีฑาที่กำลังวิ่งแข่ง 100 เมตร อยู่ในสมดุลกลหรือไม่ เพราะเหตุใด
5. เป็นไปได้หรือไม่ ที่วัตถุหนึ่งจะอยู่ในสมดุลจุดศูนย์กลางและสมดุลต่อการเลื่อนที่พร้อมกัน



## 4.2 ศูนย์กลางแรงโน้มถ่วง



### คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 4.2 ศูนย์กลางแรงโน้มถ่วง

1. วัตถุมวลสม่ำเสมอวางบนพื้นโลก ศูนย์ถ่วงกับศูนย์กลางมวลจะเป็นตำแหน่งเดียวกันหรือไม่
2. แขนงวัตถุทรงกระบอกที่ปลายเชือกด้านหนึ่ง ปลายเชือกอีกปลายหนึ่งแขวนไว้กับเพดาน จะต้องแขวนวัตถุทรงกระบอกที่ปลายเชือกอย่างไร ให้วัตถุนั้นวางตัวในระดับพอดี
3. ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงของวัตถุหนึ่งบนผิวโลกอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ถ้าวัตถุนี้อยู่บนดวงจันทร์ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงของวัตถุก้อนนี้จะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
4. ยกตัวอย่างวัตถุที่ศูนย์ถ่วงอยู่ภายนอกเนื้อวัตถุมา 2 ตัวอย่าง





4.3 สมดุลต่อการเคลื่อนที่



คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 4.3 สมดุลต่อการเคลื่อนที่

1. วัตถุที่อยู่ในสมดุลต่อการเคลื่อนที่และอยู่นิ่ง มีเงื่อนไขอะไรบ้าง
2. ปลดปล่อยให้วัตถุตกอย่างอิสระ ถ้าไม่คิดแรงต้านอากาศที่กระทำต่อวัตถุวัตถุนี้สมดุลต่อการเคลื่อนที่ หรือไม่ อธิบาย
3. วางไม้คานสมำเสมอพิงกำแพงสั้น ปลายอีกข้างหนึ่งวางบนพื้นลื่นเช่นกัน ในกรณีนี้คานจะ สมดุลต่อการเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใด
4. จงให้เหตุผลว่า เมื่อมีมวลแขวนที่จุดกึ่งกลางของเส้นเชือกที่ขึงไว้ในแนวระดับ ทำไมเราจึงไม่สามารถทำให้เชือกเป็นเส้นตรงโดยไม่หย่อนเลย

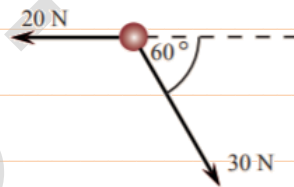


**แบบฝึกหัด 4.3 สมดุลต่อการเคลื่อนที่**

1. เด็กคนหนึ่งออกแรง 100 นิวตัน ลากกล่องให้เคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอไปตามแนวระดับ โดยแนวของแรงดึงทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ จงหาแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อกกล่อง (86.6 N)

2. วัตถุหนัก 50 นิวตัน วางอยู่บนพื้นเอียงซึ่งเอียงทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ จงหาแรงที่พื้นเอียงดันวัตถุในแนวตั้งฉาก และแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นเอียงกับวัตถุ (43.3 N, 25 N)

3. แรงสองแรงมีขนาด 20 และ 30 นิวตัน กระทำต่อวัตถุหนึ่งดังรูป



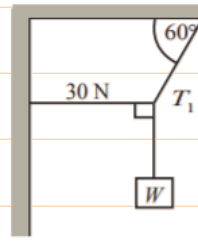
รูปประกอบแบบฝึกหัด 4.3 ข้อ 3

จงหาขนาดและทิศทางของแรงที่สามที่จะทำให้วัตถุอยู่ในสมดุล





4. วัตถุหนัก  $W$  แขวนไว้ด้วยเชือกดังรูป



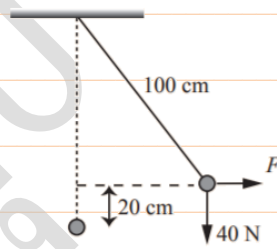
รูปประกอบแบบฝึกหัด 4.3 ข้อ 4

ถ้าแรงดึงในเส้นเชือกตามแนวระดับเป็น 30 นิวตัน จงหาน้ำหนัก  $W$

(51.96 N)

5. วัตถุหนัก 40 นิวตัน ผูกด้วยเชือกเบายาว 100 เซนติเมตร แล้วนำไปแขวนห้อยอยู่ในแนวตั้ง ถ้าใช้แรงดึง  $F$  ในแนวระดับดึงให้วัตถุสูงจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะ 20 เซนติเมตร ดังรูป จงหาแรง  $F$

(30 N)



รูปประกอบแบบฝึกหัด 4.3 ข้อ 5

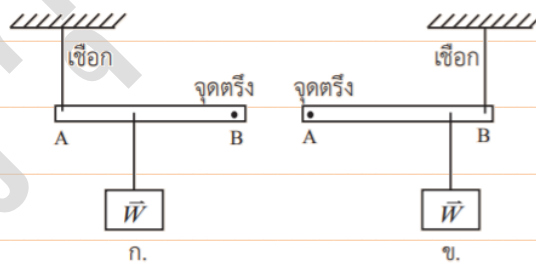


### 4.4 สมดุลต่อการหมุน



#### คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 4.4 สมดุลต่อการหมุน

- วัตถุจะอยู่ในสมดุลต่อการหมุน ต้องมีเงื่อนไขอะไรบ้าง
- “แรงสองแรงกระทำต่อวัตถุก้อนหนึ่ง โดยแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันอยู่ในแนวขนานกันและมีทิศทางตรงข้าม วัตถุจะอยู่ในสมดุลไม่ไถลและไม่หมุน” คำกล่าวนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ก. น้ำหนัก  $W$  ทำให้คาน  $AB$  ในแต่ละรูปมีการหมุนรอบจุดตรึงอย่างไร เมื่อตัดเส้นเชือกให้ขาด  
ข. ในรูปใด โมเมนต์ของแรงเนื่องจากน้ำ หนัก  $W$  รอบจุดตรึงมีค่ามากกว่า



รูป ประกอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 4.4 ข้อ 3

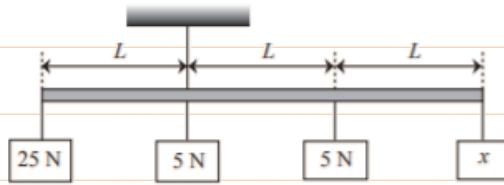
- โมเมนต์ของแรงและโมเมนต์ของแรงคู่ควบต่างกันหรือไม่ อย่างไร





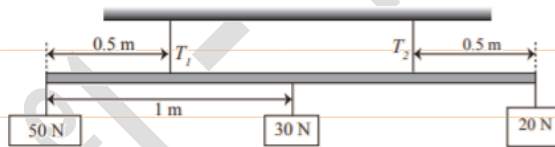
**แบบฝึกหัด 4.4 สมดุลต่อการหมุน**

1. กานเบายาว  $3L$  มีเชือกผูกห่างจากปลายด้านซ้ายเป็นระยะ  $L$  และมีวัตถุ 4 ก้อนที่มีน้ำหนักต่างกันแขวนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทำให้ไม้คานวางตัวในแนวระดับ ดังรูป วัตถุ  $x$  มีน้ำหนักเท่าใด (10 นิวตัน)



รูป ประกอบแบบฝึกหัด 4.4 ข้อ 1

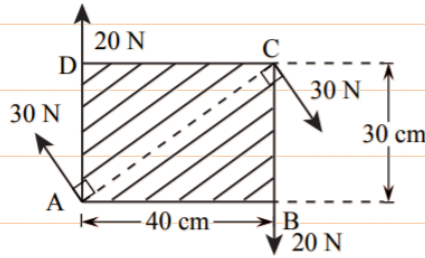
2. แท่งไม้เบายาว 2.0 เมตร มีเชือก 2 เส้นผูกไว้และมีน้ำหนักแขวนไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทำให้แท่งไม้วางตัวในแนวระดับ ดังรูป แรงดึงเชือก  $T_1$  เป็นกี่เท่าของ  $T_2$  (4 เท่า)



รูป ประกอบแบบฝึกหัด 4.4 ข้อ 2



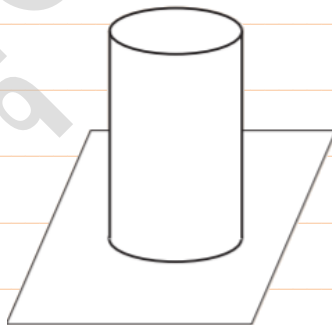
3. กรอบไม้เบารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD ด้าน AB ยาว 40 เซนติเมตร ด้าน BC ยาว 30 เซนติเมตร มีแรงกระทำ 4 แรง ดังรูป (23 N•m)



รูป ประกอบแบบฝึกหัด 4.4 ข้อ 3

โมเมนต์รวมที่กระทำ ต่อกรอบไม้มีขนาดเท่าใดและเป็นชนิดใด

4. ถังรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตรหนัก 120 นิวตัน วางบนพื้นราบ ใช้แรง 36 นิวตัน กระทำ ในแนวระดับ ทำให้ถังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว โดยไม่ลื่น แรงที่ใช้ต้องอยู่สูงจากพื้นไม่เกินเท่าใด (33.33 cm)



รูป ประกอบแบบฝึกหัด 4.4 ข้อ 4





### 4.5 เสถียรภาพของวัตถุ



#### คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 4.5 เสถียรภาพของวัตถุ

1. เสถียรภาพของวัตถุขึ้นกับอะไรบ้าง

---

---

---

---

---

---

---

---

2. เพราะเหตุใด ช่องเก็บสัมภาระของรถบัสจึงอยู่ข้างล่างของตัวรถ

---

---

---

---

---

---

---

---

3. ขวดน้ำดื่มแบบเดียวกันสามขวด ขวดหนึ่งไม่มีน้ำ ขวดที่สองมีน้ำ อยู่ครึ่งขวด และขวดที่สาม มีน้ำอยู่เต็ม ขวดใดมีเสถียรภาพมากกว่ากัน อธิบาย

---

---

---

---

---

---

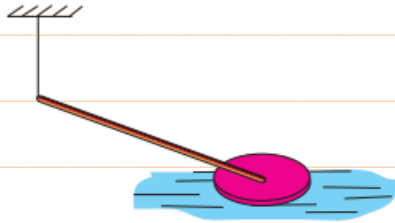
---

---



### คำถามท้ายบทที่ 4 สมดุลกล

1. แท่งไม้แท่งหนึ่งมีเชือกผูกที่ปลายบน ปลายล่างแต่ละอยู่บนแผ่นวัตถุซึ่งลอยน้ำอยู่ (แผ่นวัตถุลอยเคลื่อนที่ไปมาในน้ำได้) จงอธิบายให้เห็นว่าแผ่นวัตถุจะอยู่ในสมดุล คือ หยุดนิ่งเมื่อเส้นเชือกที่ผูกอยู่ในแนวตั้ง ไม่ว่าแท่งไม้จะเอียงทำมุมเท่าไรก็ตาม



รูป ประกอบคำถามข้อ 1

2. สุภาษิตที่ว่า “หาบดึกกว่าคอน” เป็นจริงหรือไม่ในแง่ของวิชาฟิสิกส์



ก. การหาบ



ข. การคอน

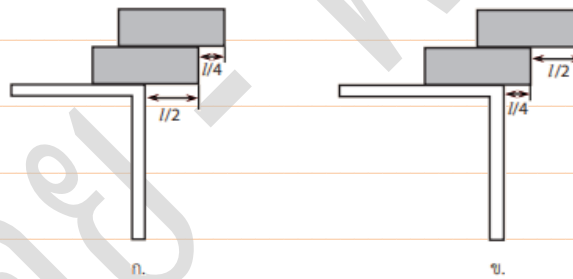
รูป ประกอบคำถามข้อ 2





3. ในกรณีที่วัตถุถูกกระทำ ด้วยแรงคู่ควบหนึ่งคู่ วัตถุนั้นจะไม่อยู่ในสมดุลต่อการหมุน ถ้าจะให้วัตถุอยู่ในสมดุลของการหมุน ต้องทำให้ผลรวมของโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือต้องมีแรงคู่ควบอีกอย่างน้อยหนึ่งคู่ กระทำต่อวัตถุ แรงคู่ควบนั้นจะต้องกระทำ ต่อวัตถุในลักษณะใด เขียนรูปประกอบคำอธิบายด้วย

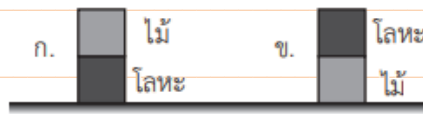
4. วางแท่งไม้สม่ำเสมอยาว  $l$  ซ้อนกันดังรูป แท่งไม้ในรูปใดที่อยู่ในสมดุล เพราะเหตุใด



รูป ประกอบคำถามข้อ 4



5. เมื่อนำวัตถุทรงลูกบาศก์สองก้อน ทำจากไม้และโลหะ ซึ่งยึดติดกันอยู่มาวางไว้บนพื้นผิวดังรูป



รูป ประกอบคำถามข้อ 5

วัตถุในรูปใดที่มีแนวโน้มที่จะล้มได้ง่ายกว่าเมื่อถูกผลักด้วยแรงเท่า ๆ กันจากระดับความสูงเดียวกันอธิบาย

6. ระบบซึ่งประกอบด้วยช้อน ส้อม และไม้จิ้มฟัน เราสามารถนำเอาไม้จิ้มฟันไปวางที่ขอบแก้วแล้วทำให้เกิดสมดุลดังรูป



รูป ประกอบคำถามข้อ 6

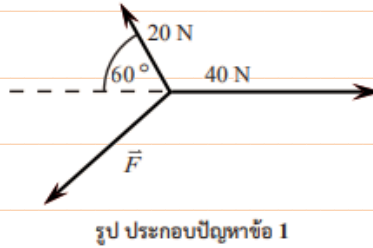
จงอธิบาย เพราะเหตุใดจึงเกิดสมดุลได้





ปัญหาท้ายบทที่ 4 สมดุลกล

1. แรง 20 นิวตัน แรง 40 นิวตัน และ แรง  $F$  กระทำ ต่อวัตถุหนึ่ง ดังรูป



ขนาดของแรง  $F$  ที่ทำให้วัตถุอยู่ในสมดุลเป็นเท่าใด

( $20\sqrt{3}$  N)

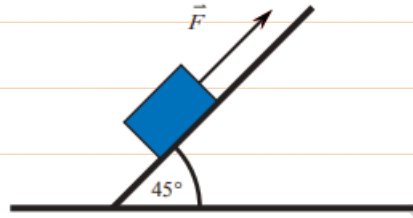
2. น้ำหนัก  $P$  แขนงไว้ด้วยเชือกสองเส้น ซึ่งเอียงทำ มุม 60 องศา และ 30 องศา กับแนวดิ่ง จงหาขนาดแรงดึงในเส้นเชือกทั้งสอง

3. วัตถุเคลื่อนลงมาตามพื้นเอียงด้วยความเร็วคงตัว พื้นเอียงนี้ยาว 6.0 เมตร สูง 3.0 เมตร จงหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างวัตถุกับพื้นเอียง

(0.58)



4. วัตถุมีน้ำหนัก 20 นิวตัน วางบนพื้นเอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างวัตถุกับพื้นเท่ากับ 0.3 แรง  $F$  กระทำต่อวัตถุมีแนวขนานกับพื้นเอียงดังรูป จงหา

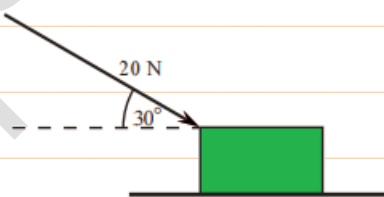


รูป ประกอบปัญหาข้อ 4

- ก. แรงดึง  $F$  ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียงด้วยความเร็วคงตัว (18.39 N)

- ข. แรงดึง  $F$  ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลงพื้นเอียงด้วยความเร็วคงตัว (9.90 N)

5. วัตถุมีน้ำหนัก 50 นิวตัน วางไว้บนพื้นและมีแรง 20 นิวตัน กระทำดังรูป



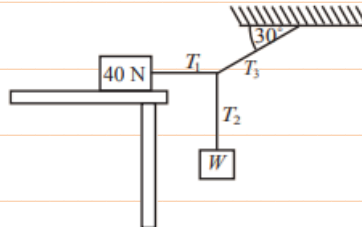
รูป ประกอบปัญหาข้อ 5

- จงหา แรงกดพื้นในแนวตั้งฉากกับผิว และถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว (60 N)

- สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างวัตถุกับพื้น (0.29)

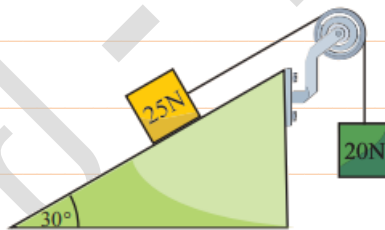


6. วัตถุหนัก 40 นิวตัน และวัตถุหนัก  $W$  ถูกไว้ด้วยเชือกและอยู่ในสมดุลในลักษณะดังรูป ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างวัตถุกับพื้นโต๊ะเท่ากับ 0.4 จงหาน้ำหนัก  $W$  ที่มากที่สุดที่จะทำให้วัตถุทั้งสองยังคงอยู่นิ่งเช่นเดิม (9.24 N)



รูป ประกอบปัญหาข้อ 6

7. วัตถุหนัก 20 นิวตัน แขนงไว้ด้วยเชือกคล้องผ่านรอกที่ไม่คิดความฝืด (ความฝืดน้อยมาก) ปลายอีกข้างหนึ่งของเชือกผูกวัตถุหนัก 25 นิวตัน ซึ่งวางอยู่บนพื้นเอียง ดังรูป (0.35)



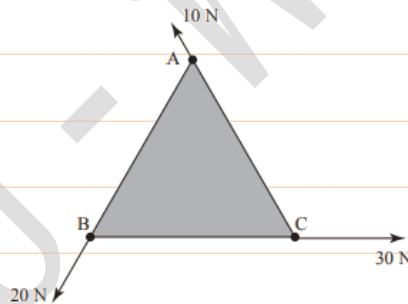
รูป ประกอบปัญหาข้อ 7

เมื่อปล่อยให้วัตถุอย่างอิสระ ปรากฏว่า วัตถุที่วางบนพื้นเอียงเคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียงได้พอดี  
จงหา สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างพื้นกับวัตถุ



8. มวล  $m$  วางบนพื้นเอียงซึ่งทำมุม  $30^\circ$  องศากับแนวระดับ ถ้าวัดได้ว่ามวลนั้นไถลงพื้นเอียงด้วยความเร่ง  $\frac{1}{8}g$  สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวลนั้นกับพื้นจะเป็นเท่าไร (0.43)

9. แผ่นพลาสติกรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ABC แต่ละด้านยาว 40 เซนติเมตร มีแรงกระทำ ดังรูป ( $6\sqrt{3} \text{ N}$ )



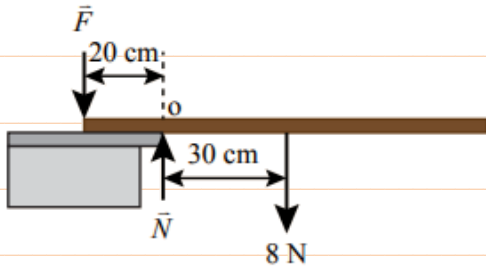
รูป ประกอบปัญหาข้อ 9

โมเมนต์ของแรงรอบจุด A มีขนาดเท่าใด และเป็นโมเมนต์ชนิดใด

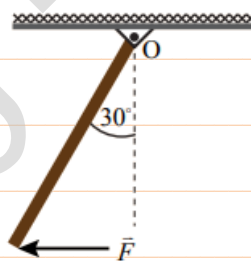




10. ไม้เมตรสม่ำเสมอหนัก 8 นิวตัน นำ มาวางบนพื้นโต๊ะที่อยู่ในแนวระดับ โดยให้ปลายด้านหนึ่งยื่นออกไปจากขอบโต๊ะ 80 เซนติเมตร จะต้องใช้แรงกดที่ปลายอีกด้านหนึ่งอย่างน้อยเท่าใด ไม้เมตรจึงไม่กระดก (12 N)



11. คานสม่ำเสมอหนัก  $50\sqrt{3}$  นิวตัน แขนงไว้กับเพดานที่จุดหมุนยื่น ออกแรง ในแนวระดับกระทำ ต่อปลายคานแล้วทำให้คานเบนไปจากแนวตั้ง 30 องศา ดังรูป



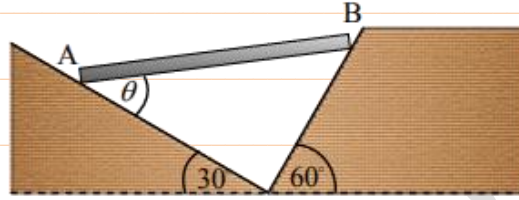
รูป ประกอบปัญหาข้อ 11

จงหาขนาดของแรง  $\vec{F}$

(25 N)



12. คานสม่ำเสมอ AB ยาว  $L$  หนัก  $W$  วางนิ่งอยู่บนพื้นเอียงผิวเอียง โดยปลาย A ทำมุม  $\theta$  กับพื้นเอียงซึ่งทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ ส่วนปลาย B อยู่บนพื้นเอียงซึ่งทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ ดังรูป



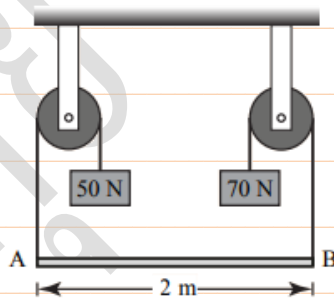
รูป ประกอบปัญหาข้อ 12

จงหาแรงที่พื้นเอียงกระทำ กับแต่ละปลายคานในเทอมของ  $W$

( $0.87 W, 0.50 W$ )

13. แผ่นไม้ไม่สม่ำเสมอ AB หนัก 120 นิวตัน ยาว 2 เมตร วางตัวในแนวระดับ ดังรูป

( $\frac{7}{6} m$ )



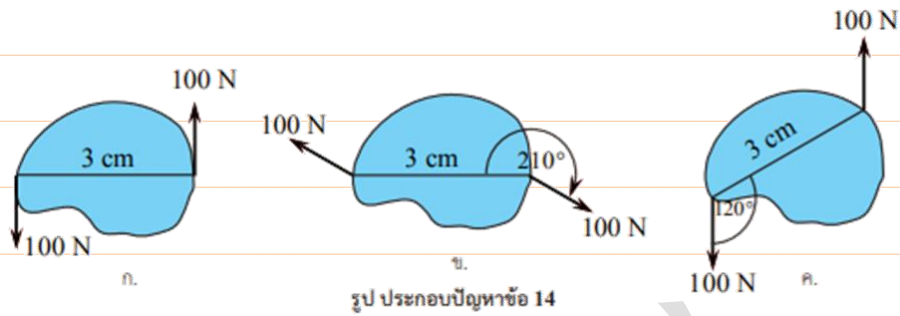
รูป ประกอบปัญหาข้อ 13

ศูนย์ถ่วงของแผ่นไม้ อยู่ห่างจากปลาย A เป็นระยะเท่าใด





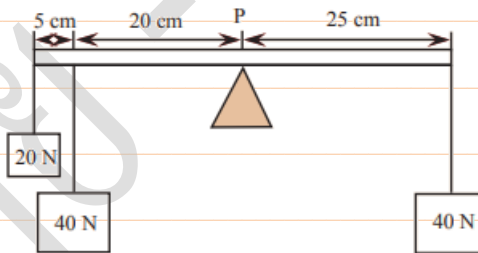
14. มีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุในแนวต่าง ๆ ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 14

จะหาขนาดของโมเมนต์ของแรงคู่ควบเหล่านั้นและในแต่ละกรณีวัตถุจะหมุนอย่างไร

15. คานสม่ำเสมอยาว 50 เซนติเมตร มีไม้หมอนหนุนไว้ที่จุดกึ่งกลางคาน P และมีน้ำหนักแขวนไว้ที่ต่าง ๆ ดังรูป

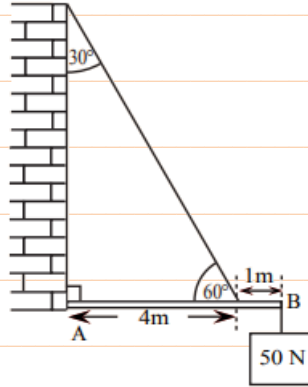


รูป ประกอบปัญหาข้อ 15

ถ้าต้องการให้คานวางตัวตามแนวระดับ จะต้องแขวนมวลหนัก 50 นิวตัน ที่ตำแหน่งใด

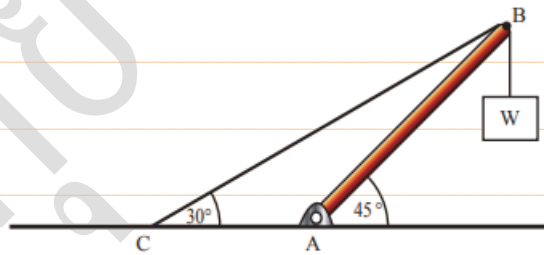


16. เส้นลวดดึงคาน AB ซึ่งมีน้ำหนัก 50 นิวตัน แขนงไว้ที่ปลายคาน ถ้าคานสม่ำเสมอมีน้ำหนัก 20 นิวตัน ยาว 5 เมตร มีปลาย A ตรึงติดกับกำแพง คานสมดุลอยู่ได้ดังรูป จงหาแรงดึงของเส้นลวด (86.60 N)



รูป ประกอบปัญหาข้อ 16

17. AB เป็นคานสม่ำเสมอตรงไว้ที่ A ลวด BC ดึงคานที่ห้อยวัตถุไว้ถ้าคานหนัก 200 นิวตัน และวัตถุ W หนัก 1,000 นิวตัน แขนงดังรูป จงหาแรงดึงในเส้นลวด BC (3,003.16 N)

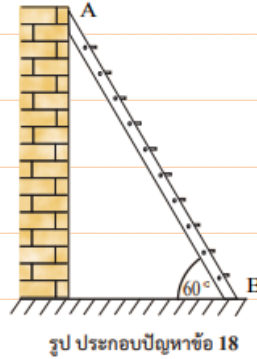


รูป ประกอบปัญหาข้อ 17





18. บันไดยาว 2.5 เมตร มีน้ำหนัก 40 นิวตัน วางพิงกำแพงเกลี้ยง (ไม่คิดแรงเสียดทาน) ดังรูป ศูนย์ถ่วงของบันไดอยู่ห่างปลายล่าง 1.0 เมตร



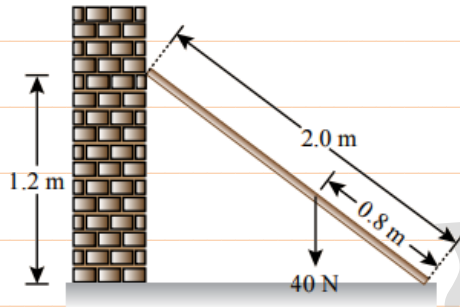
จงหา

ก. แรงเสียดทานระหว่างพื้นล่างกับบันได เพื่อให้ บันไดวางนิ่งอยู่ได้ (9.24 N)

ข. จงหาแรงที่บันไดกระทำต่อกำแพงที่จุด A (9.24 N)



19. คานยาว 2.0 เมตรหนัก 40 นิวตัน ศูนย์กลางมวลอยู่ห่างจากปลายที่ด้านล่าง 0.8 เมตร ปลายอีกด้านหนึ่งวางพิงกำแพงผิวเกลี้ยง ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 19

ถ้าคานที่พิงเริ่มไถล จงหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างพื้นกับคาน (0.53)

20. คานสม่ำเสมอยาว  $L$  หนัก  $W$  ปลายข้างหนึ่งวางพิงกำแพงผิวเกลี้ยงทำมุม  $\theta$  กับกำแพง ปลายอีกข้างอยู่บนพื้นระดับผิวฝืด ถ้าคานอยู่นิ่ง จงหาแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อคาน ในเทอม  $W$  และ  $\theta$

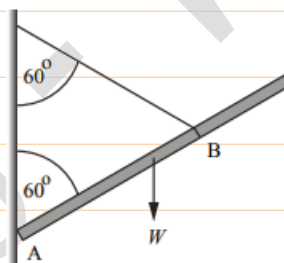




ปัญหาท้าทาย

21. วางวัตถุมวล  $m$  บนแผ่นไม้ซึ่งทำมุม  $30$  องศา กับแนวระดับ เมื่อค่อย ๆ ยกปลายแผ่นไม้ให้ สูงขึ้นพบว่า วัตถุ จะเริ่มเคลื่อนที่เมื่อแผ่นไม้ทำมุม  $60$  องศา กับแนวระดับ แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุตั้งแต่แรกจนถึงวัตถุ เริ่มเคลื่อนที่มีค่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

22. แท่งไม้สม่ำเสมอหนัก  $W$  ยาว  $L$  ติดบานพับที่ปลาย  $A$  มีเชือกผูกที่จุด  $B$  ระยะ  $AB$  เท่ากับ  $\frac{2}{3}L$  ดังรูป



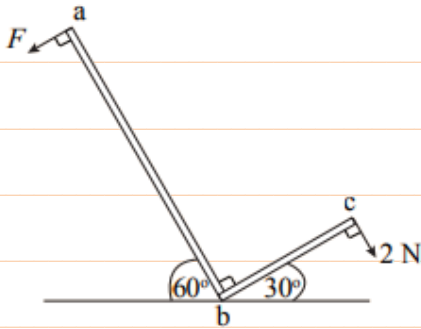
รูป ประกอบปัญหาข้อ 22

แรงดึงในเส้นเชือกมีค่าเท่าใด (ตอบในเทอมของ  $W$ )

$(\frac{3}{4}W)$

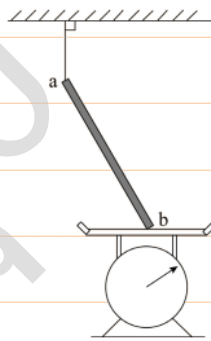


23. งอหลอดสม่ำเสมอเป็นมุมฉาก ด้าน  $ab$  ยาว 80 เซนติเมตร ด้าน  $bc$  ยาว 40 เซนติเมตร มีแรง กระทำ ที่ปลาย  $a$  และปลาย  $c$  ทำให้หลอดอยู่ในสมดุลต่อการหมุนรอบจุด  $b$  ดังรูป ถ้าความเสียดทานที่จุดสัมผัสมากพอที่จะไม่ไถล แรง  $F$  ที่กระทำ ที่ปลาย  $a$  มีค่าเท่าใด กำหนดให้ หลอดยาว 100 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 1 นิวตัน (0.89 N)



รูป ประกอบปัญหาข้อ 23

24. แท่งเหล็กสม่ำเสมอ  $ab$  ปลาย  $a$  ผูกไว้ด้วยเชือกเบา ปลาย  $b$  วางอยู่บนเครื่องชั่งและอยู่ในสมดุลในลักษณะ ดังรูป



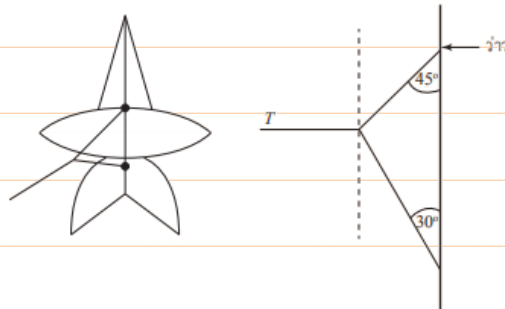
รูป ประกอบปัญหาข้อ 24

ถ้าแท่งเหล็กมีน้ำ หนัก 80 นิวตัน เครื่องชั่งจะอ่านน้ำหนักได้กี่นิวตัน (40 N)





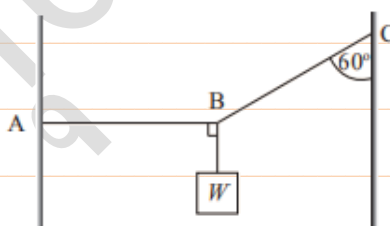
25. ว่าวจุฬาเป็นการละเล่นของไทย ในการเล่นจะต้องใช้เชือกผูกที่ตัวว่าวสองเส้นเรียกว่า “สายซุง” โดยเชือกทำมุมไม่เท่ากัน ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 25

ถ้าเส้นเชือกที่ใช้ดึงสายซุงมีแรงดึงในเชือก 10 นิวตัน จงหาแรงดึงในเชือกสายซุงเส้นบนและเส้นล่าง ตามลำดับ (8.97 N, 7.32 N)

26. วัตถุหนัก  $W$  แขวนไว้ด้วยเชือก  $AB$  และ  $BC$  เชือก  $AB$  อยู่ในแนวระดับและเชือก  $BC$  ทำมุม  $60^\circ$  องศากับแนวตั้ง ดังรูป (15 N)

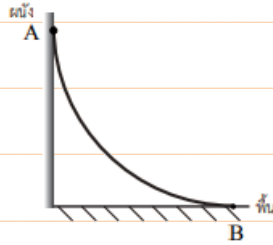


รูป ประกอบปัญหาข้อ 26

ถ้าเส้นเชือกแต่ละเส้นทนแรงดึงได้สูงสุดเส้นละ 30 นิวตัน จงหาน้ำหนัก  $W$  ที่มากที่สุดที่ทำให้วัตถุอยู่นิ่งได้



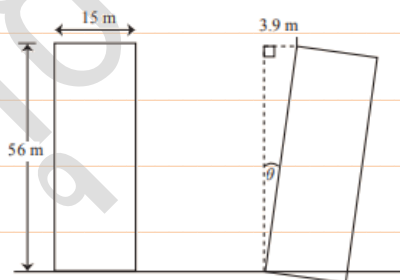
27. เส้นลวดโตะสมำเสมอหนัก  $W$  คัดให้โค้งเป็นส่วนหนึ่งของวงกลมที่มีความยาว  $\frac{1}{4}$  ของความยาว เส้นรอบวง วาง พิงผนังตั้งที่จุด A และสัมผัสพื้นที่จุด B ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 27

แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นที่พื้นต้องมีขนาดอย่างน้อยเท่าใด จึงทำ ให้ลวดหยุด (ตอบในรูปของ  $W$ )

28. หอเอนเมืองปิซ่าในประเทศอิตาลีหากยังไม่คิดถึงการเอียงตัวของหอคอยจะมีความสูง ประมาณ 56 เมตร และ มีความกว้างของฐานประมาณ 15 เมตร แต่ในความเป็นจริงเมื่อหอคอย เอียงตัวและพบว่ายอดหอคอยด้าน หนึ่งมีระยะห่างจากแนวตั้งเป็นระยะประมาณ 3.9 เมตร ดังรูป



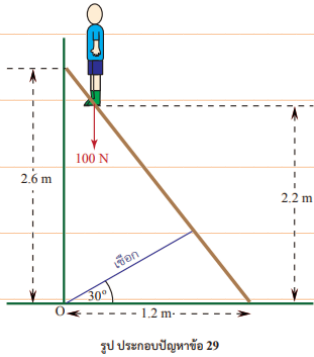
รูป ประกอบปัญหาข้อ 28

หอคอยนี้เอียงตัวเป็นมุมเท่าใด และจะเอียงเป็นมุมมากที่สุดเท่าใด โดยที่ไม่ล้มลงมา (15.0 °)



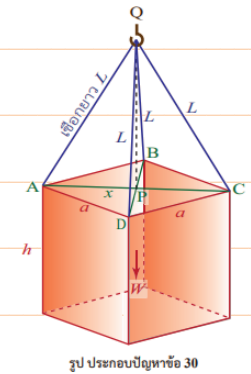


29. บันไดขนาดสม่ำเสมอหนัก 80 นิวตัน วางพาดไว้กับผนังห้องโดยทั้งผนังห้องและพื้นห้องลื่น ถ้าเด็กคนหนึ่งมีน้ำหนัก 100 นิวตัน ปีนขึ้นไปตามบันไดนี้ได้สูง 2.2 เมตร ดังรูป แรงดึงของเชือกจะเป็นเท่าใด (90.5 N)



30. วัตถุแข็งเกร็งรูปเหลี่ยมสม่ำเสมอ หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส พื้นที่  $a^2$  วัตถุมีความยาว  $h$  หนัก  $W$  ดังรูป จงหา

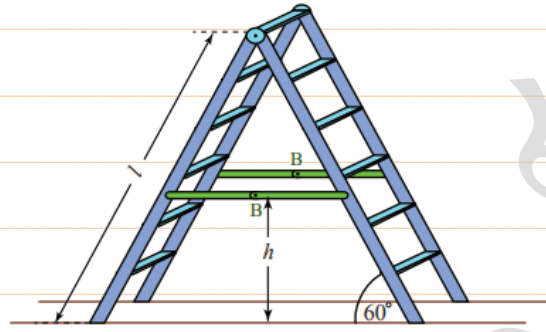
- ก. แรงดึงเชือกแต่ละเส้น ถ้ามุมบนทั้งสองคู่ผูกด้วยเชือกยาว  $L$  เท่ากัน 4 เส้น โดยปลายบนรวบไปแขวนไว้ที่จุดบนเพดาน
- ข. ความตึงของเชือกที่เหลือแต่ละเส้น เมื่อตัดเชือก QC และระบบยังอยู่ในสมดุลสถิต





31. บันไดโลหะมีความสมมาตรแสดงดังรูป ด้านบนเป็นบานพับมีคานโลหะ B มวลน้อยมากตั้งไว้ทำให้บันไดทั้งสองข้างทำมุม 60 องศา กับพื้นระดับถ้าบันไดแต่ละข้างยาว  $l$  และคาน B สูงกว่าพื้นเป็นระยะ  $h$  พบว่าคาน B ทั้งสอง ออกแรงดึงบันไดแต่ละข้างเท่ากับ  $T$  จงหาว่า หนักรวมของบันไดนี้ในเทอมของ  $T, l$  และ  $h$  ถ้าระบบไม่มีความเสียดทาน

$$(4(\sqrt{3} - \frac{2h}{l})T)$$



รูป ประกอบปัญหาข้อ 32

