

Equilibrium

สมดุณา Equilibrium

I. สมดุณกล คือ สภาวะที่วัตถุไม่เปลี่ยนสภาวะการเคลื่อนที่

1. สมดุณสถิต (static equilibrium) หมายถึง วัตถุที่อยู่นิ่งและไม่มีการหมุน เช่น สมดุณวางอยู่บนโต๊ะ

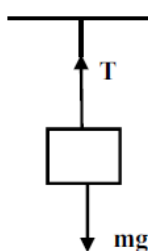
2. สมดุณจลน์ (dynamic equilibrium) หมายถึง วัตถุที่มีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว หรือมีการ

II. การสมดุณของแรงหลายแรง

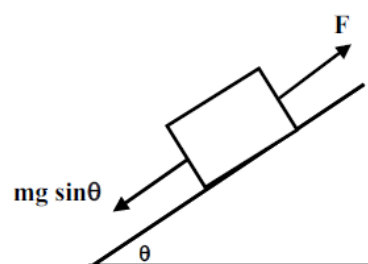
1. สมดุณของแรง 2 แรง



รูป ก

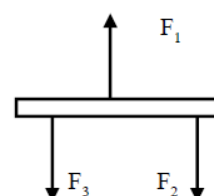
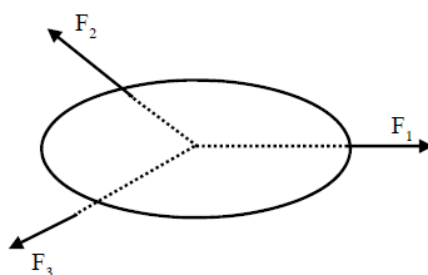
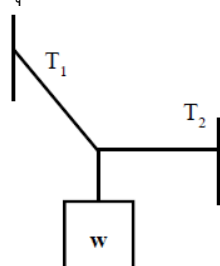


รูป ข



รูป ค

2. สมดุณของแรง 3 แรง



Equilibrium

แบบฝึกหัด

1. เมื่อมีแรงสองแรงกระทำต่อวัตถุ ปรากฏว่าวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล ข้อความใดถูกต้อง

- 1) แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้าม
- 2) แรงทั้งสองอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน
- 3) แรงทั้งสองต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
- 4) ถูกทั้ง 1, 2 และ 3

2. สถานการณ์ใดต่อไปนี้เป็นไปได้ว่าวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล

- ก. รถยนต์แล่นไปตามถนนโค้งด้วยอัตราเร็วคงที่
- ข. ลิฟต์เลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงที่
- ค. แท่งไม้ไผ่ตกลงตามพื้นเอียงด้วยความเร็วคงที่
- ง. รอกเดี่ยวตายตัวหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่

ข้อใดถูกต้อง

- 1) ข้อ ก และ ง
- 2) ข้อ ข และ ค
- 3) ข้อ ก และ ง
- 4) ข้อ ข และ ง

3. ในทางฟิสิกส์ สภาพสมดุลที่สมบูรณ์ของวัตถุใด ๆ คือในข้อใด

- 1) แรงลัพธ์ของแรงคู่ควบ มีค่าเป็นศูนย์ แต่ผลรวมของโมเมนต์ของแรงคู่ควบเท่ากับผลคูณของขนาดของแรงหนึ่งกับระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง
- 2) ผลรวมของแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ และผลรวมทางคณิตศาสตร์ของโมเมนต์เป็นศูนย์
- 3) เมื่อตำแหน่งที่ออกแรงกระทำผ่านแนวของจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุนั้น
- 4) วัตถุนั้นจะต้องอยู่ในสภาพที่ไม่มีถูกแรงใด ๆ มากระทำเลย

4. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

- ก. สำหรับผิวคู่อื่น ๆ แรงเสียดทานสถิตมีค่ามากกว่าแรงเสียดทานจลน์เสมอ
 - ข. วัตถุที่มีขนาด อยู่ในสภาพสมดุลอย่างสมบูรณ์เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำเป็นศูนย์
 - ค. ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง เพราะวัตถุมีความเฉื่อย
 - ง. วัตถุก้อนหนึ่งแขวนอยู่หนึ่งกับตาชั่งสปริง แรงคู่ปฏิกิริยาของน้ำหนักของวัตถุก้อนนี้คือแรงที่ตาชั่งกระทำต่อวัตถุ
- 1) ข้อ ก, ข, ค ถูก
 - 2) ข้อ ข, ค, ง ถูก
 - 3) ข้อ ค ถูก
 - 4) ไม่มีข้อใดถูก

Equilibrium

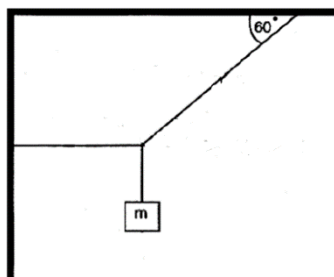
5. นายสิบออกแรงดึงกล่องไม้มวล 5 กิโลกรัม ไปตามแนวราบขนานกับพื้นด้วยความเร็วคงที่บนพื้นฝืด กำหนดให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต 0.5 และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ 0.2 จงหา
 - ก. นายสิบต้องออกแรงเท่าไรกล่องไม้ถึงเคลื่อนที่
 - ข. นายสิบต้องออกแรงเท่าไรกล่องไม้ถึงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

6. นางสาวสองสามารถกระทำแรงต่อที่ผูกติดกับกระดานเลื่อนได้สูงสุด 500 นิวตัน เชือกทำมุม 30° กับแนวระดับ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างพื้นกับกระดานเลื่อน 0.25 มวลมากที่สุดของกระดานื่อนที่นางสาวสองสามารถลากไปด้วยอัตราเร็วคงที่

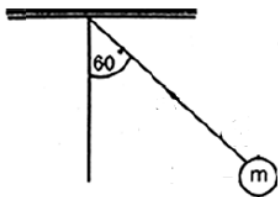
7. ตะวันออกแรงดันกล่องไม้มวล 5 กิโลกรัม ไปตามพื้นราบในทิศทางทำมุม 37° กับแนวระดับ ด้วยความเร็วคงที่ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.1 จงหาแรงที่ตะวันดัน

Equilibrium

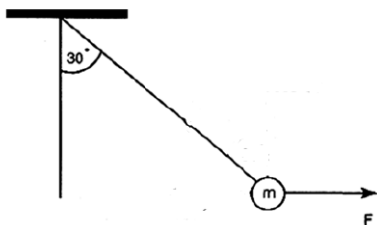
8. แขนมวล m ด้วยเชือกเบา ถ้าแรงดึงในเส้นเชือกตามแนวระดับมีขนาด 60 นิวตัน จงหาน้ำหนักของวัตถุนั้น



9. มวล m แขนไม้ดังรูป และถูกตรึงด้วยแรง F ในแนวระดับ ความตึงของเส้นเชือกจะเป็นเท่าใด

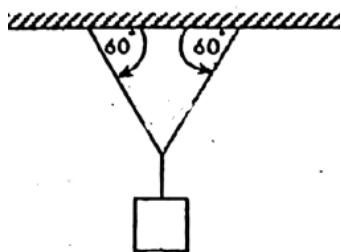


10. มวล 1 กิโลกรัม แขนด้วยเชือก จงหาแรงที่ดึงมวลนี้ในแนวระดับ

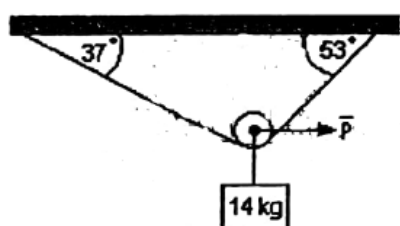


Equilibrium

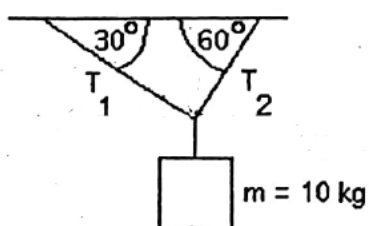
11. วัตถุมวล 0.6 kg ผูกเชือกแขวนกับเพดานดังรูป จงหาความตึงในเส้นเชือกที่ติดกับเพดาน



12. รอกเลื่อนเบาผูกกับมวล 14 kg นำไปคล้องกับเชือกเบา ขณะเดียวกันออกแรงดึง \vec{P} ดึงรอกในแนวราบจนระบบสมดุลการเลื่อนตำแหน่ง จงคำนวณหาค่า \vec{P}



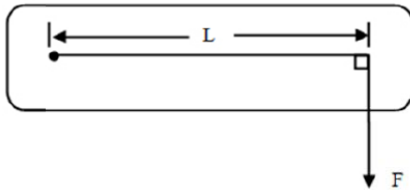
13. จากรูปวัตถุมวล 10 kg ผูกด้วยเชือกยึดกับเพดาน ดังรูป จงหาแรงตึงเชือก T_1 และ T_2



Equilibrium

III. โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนและโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

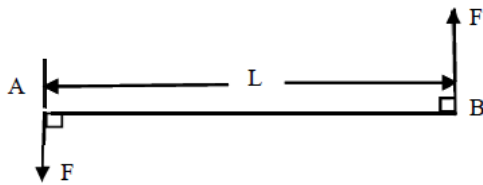
1. โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุน (M) “โมเมนต์เท่ากับผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน”



$$\bar{M} = \bar{F} \cdot l$$

2. โมเมนต์ของแรงคู่ควบ

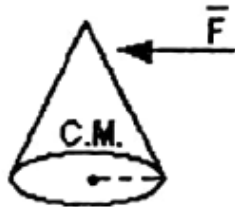
แรงคู่ควบ คือ แรงที่มีขนาดเท่ากัน ทิศทางตรงกันข้าม แนวแรงขนานกันแต่คนละตำแหน่ง



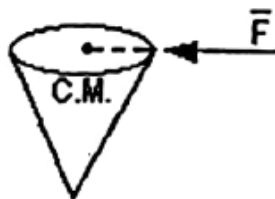
$$M_{couple} = \bar{F} \cdot l$$

IV. เสถียรภาพของสมดุล

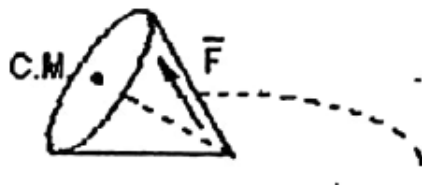
1. สมดุลเสถียร คือ สมดุลที่รักษาสภาพเดิมอยู่ได้ เมื่อมีแรงมากระทำเพียงเล็กน้อย



2. สมดุลไม่เสถียร คือ สมดุลที่รักษาสภาพเดิมอยู่ไม่ได้ เมื่อมีแรงมากระทำเพียงเล็กน้อยหรือไม่ก็ตาม



3. สมดุลสะเทิน คือ สมดุลที่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งไปจากเดิม เมื่อมีแรงมากระทำแต่ยังวางตัวในลักษณะเดิม



Equilibrium

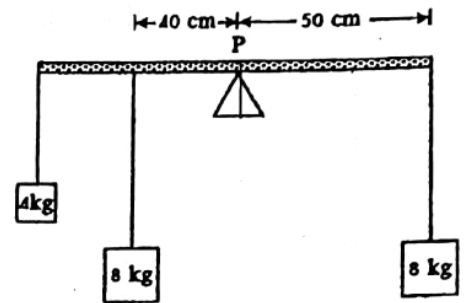
แบบฝึกหัด

14. คานสม่ำเสมอมวล 2 กิโลกรัม ความยาว 1 เมตร มีไม้หมอนไว้ที่กึ่งกลางคานคือจุด P และมีมวลแขวนไว้ดังรูป ถ้าต้องการให้คานอยู่ในแนวระดับจะต้องแขวนมวลทางขวามือของจุด P ตามข้อใด

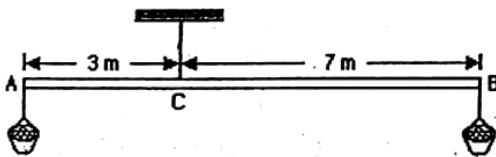
- ก. 2 kg ที่ตำแหน่งห่างจาก P 40 cm
- ข. 4 kg ที่ตำแหน่งห่างจาก P 30 cm
- ค. 6 kg ที่ตำแหน่งห่างจาก P 20 cm
- ง. 8 kg ที่ตำแหน่งห่างจาก P 10 cm

คำตอบที่ถูกต้องคือ

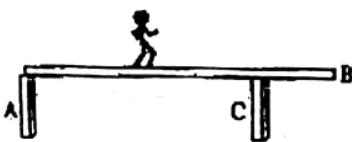
- 1) ก, ข และ ค
- 2) ข และ ค
- 3) ข เท่านั้น
- 4) คำตอบเป็นอย่างอื่น



15. จากรูปคาน AB สม่ำเสมอยาว 10 m ปลาย A ผูกกับเชือกสัมพันธ์มวล 100 kg จุด C ผูกกับเชือกเบาแขวนไว้กับเพดาน ถ้าคานมีมวล 10 kg อยากทราบว่าเชือกสัมพันธ์ที่ผูกกับคานที่ปลาย B มีค่าเท่าไร และแรงดึงในเส้นเชือกที่จุด C มีค่าเท่าไรเมื่อระบบสมดุล

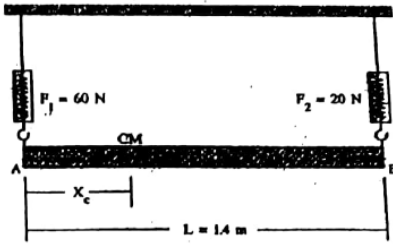


16. คายสม่ำเสมอ AB ยาว 4 เมตร มีมวล 60 กิโลกรัม วางผาดอยู่บนเสา A และ C ซึ่งอยู่ห่างกัน 3 เมตร ชายคนหนึ่งมีมวล 75 กิโลกรัม เดินจาก A ไป B ดังรูป จงหาว่าเขาจะเดินได้ระยะจาก A มากที่สุดเท่าไร คานจึงจะคงสภาพสมดุล

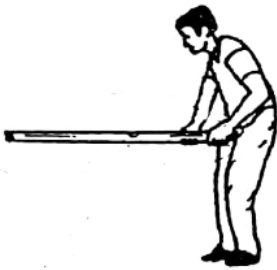


Equilibrium

17. แท่งวัตถุขนาดไม่สม่ำเสมอยาว 1.4 เมตร ถูกแขวนอยู่ในสมดุลด้วยสปริงเบาที่ปลายทั้งสองของแท่งวัตถุตั้งรูป แรงดึงสปริง $F_1 = 60$ นิวตัน และ $F_2 = 20$ นิวตัน จงหาตำแหน่งศูนย์กลางมวลวัดจากปลาย A ของแท่งวัตถุในหน่วยเมตร



18. ชายคนหนึ่งถือแผ่นไม้ขนาดสม่ำเสมอยาว 2 เมตร น้ำหนัก 100 นิวตัน ให้สมดุลตามแนวระดับ โดยมือข้างหนึ่ง ยกแผ่นไม้ขึ้นที่ตำแหน่ง 40 เซนติเมตร จากปลายใกล้ตัวและมืออีกข้างหนึ่งกดแผ่นไม้ลงที่ปลายเดียวกันนั้น ดังรูป จงคำนวณหาแรงกดและแรงยก จากมือทั้งสองตามลำดับทำให้แผ่นไม้อยู่นิ่งได้

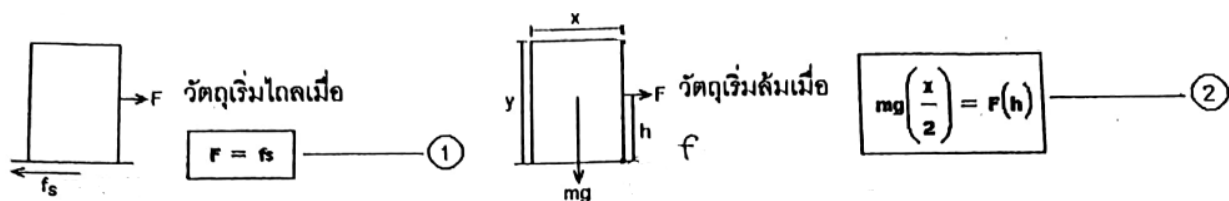


19. ชายคนหนึ่งหนัก 500 นิวตัน กำลังขึ้นบันไดขนาดสม่ำเสมอยาว 5 เมตร แลະหนัก 100 นิวตัน ถ้าบันไดพาดอยู่กับผนังลื่นโดยปลายบันไดบนพื้นอยู่ห่างจากผนัง 3 เมตร และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับบันไดเท่ากับ 0.5 ชายคนนี้จะขึ้นบันไดได้ระยะกี่เมตรก่อนที่บันไดจะไถล

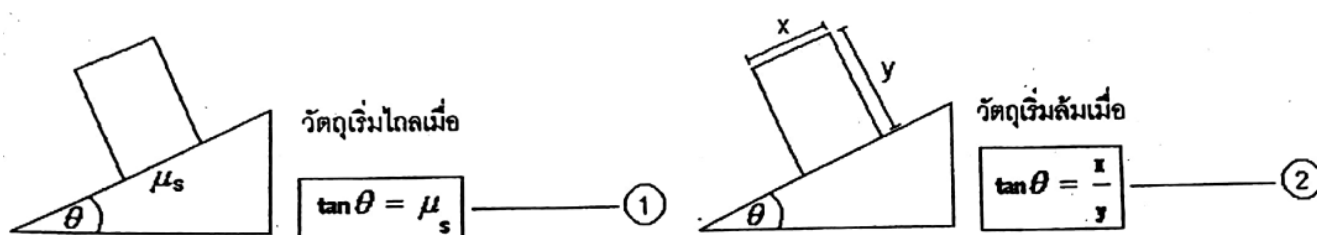
Equilibrium

IV. การล้มและการไถลของวัตถุ

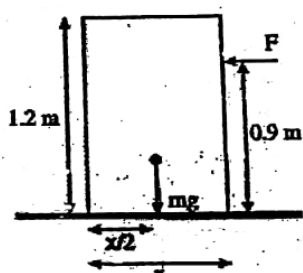
1. บนพื้นราบ



2. บนพื้นเอียง



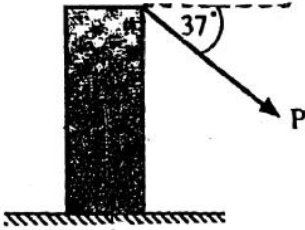
ตัวอย่างที่ 1 ออกแรง $F = 160$ นิวตัน ผลักตู้เย็นมวล 40 กิโลกรัม บนพื้นลาดที่มีความสูง 90 เซนติเมตร จากพื้น โดยตู้เย็นไม่ล้ม จงหาความกว้างน้อยที่สุดของฐานตู้เย็น (x) ในหน่วยเซนติเมตร กำหนดให้ความสูงของตู้เย็นเท่ากับ 120 เซนติเมตร และจุดศูนย์กลางมวลอยู่สูงจากพื้น 40 เซนติเมตร ดังรูป



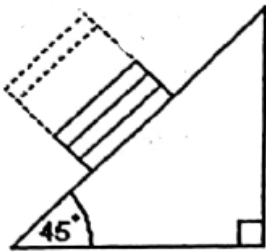
Equilibrium

แบบฝึกหัด

20. กล้องมวล์วัตถุรูปสี่เหลี่ยมมีมวลสม่ำเสมอฐานกว้าง 0.2 เมตร สูง 0.5 เมตร มีน้ำหนัก 200 นิวตัน วางอยู่บนพื้นที่มีความฝืดมาก ถ้าออกแรง P กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุม 37° กับแนวระดับดังรูป จะต้องออกแรงเท่าไรจึงจะทำให้วัตถุล้มพอดี



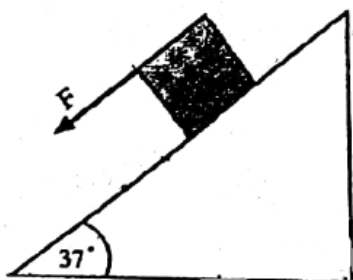
21. แผ่นโลหะกลมแบนสม่ำเสมอมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 cm หนา 1.2 mm วางซ้อนกันอย่างมีระเบียบบนพื้นเอียงที่ทำมุม 45° กับแนวระดับดังรูป ถ้าแรงเสียดทานระหว่างแผ่นโลหะและพื้นเอียงมีค่ามาก จงหาว่าจะซ้อนแผ่นโลหะเหล่านี้ได้มากที่สุดเท่าไรโดยไม่มีการล้มเกิดขึ้น



22. ถ้ายกตู้เย็นขนาดกว้าง 0.4 เมตร สูง 1.6 เมตร วางอยู่บนกระบะท้ายรถ 10 ล้อ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างกระบะรถสลิปล้อกับพื้นตู้เย็นเท่ากับ 0.2 จงหาความเร่งสูงสุดของสลิปล้อที่พอดีทำให้ตู้เย็นหกคะเมนว่ามีกี่เมตร/วินาที²

Equilibrium

23. กล่องใบหนึ่งมีมวล 5 กิโลกรัม มีฐานกว้าง 40 เซนติเมตร และสูง 50 เซนติเมตร ถูกปล่อยให้ไถลลงมาตามพื้นเอียงลื่น ถ้าออกแรง F ดังที่ผิวบนของกล่องในแนวขนาดกกับพื้นเอียง ดังรูป แรงนี้มีขนาดมากที่สุดกี่นิวตันจึงจะทำให้กล่องไม่ล้มคว่ำลงมา

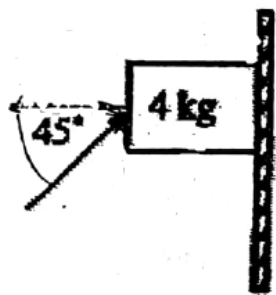


24. รถคันหนึ่งมีมวล 2,400 กิโลกรัม มีศูนย์กลางมวลของรถอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างล้อหลังกับล้อหน้าซึ่งห่างกัน 2 เมตร ถ้ารถพยายามยกวัตถุที่อยู่ห่างจากตัวรถไปทางด้านหน้า 10 เมตร มวลมากที่สุดที่รถสามารถยกได้เป็นกี่กิโลกรัม

25. บันไดขนาดสม่ำเสมอ มีน้ำหนัก W วางพาดกำแพงเกลี้ยงซึ่งไม่มีแรงเสียดทาน ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างพื้นล่างกับบันไดเท่ากับ μ จงหา θ น้อยที่สุดที่ทำให้บันไดวางอยู่นิ่งได้

Equilibrium

26. ออกแรงกดก้อนมวล 4 กิโลกรัม ให้ติดกับฝาผนังด้วยแรงซึ่งทำมุม 45° กับแนวระดับ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างฝาผนังกับก้อนมวลเท่ากับ 0.25 จงหาขนาดของแรงที่กระทำให้มวลเริ่มไถลขึ้นได้



27. บันไดส้วมยาว 6 เมตร มวล 20 กิโลกรัม วางพาดขอบกำแพงเกลี้ยงซึ่งสูงจากพื้น 3 เมตร โดยที่ปลายล่างของบันไดอยู่ห่างจากฐานของกำแพง 4 เมตร ถ้าคนมวล 50 กิโลกรัมขึ้นไประยะ 2 เมตร แรงที่ขอบกำแพงกระทำต่อบันไดเท่าไร

28. มวล 10 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นดังรูป จงหาแรง F ที่ทำให้มวลนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ 0.3

Equilibrium

