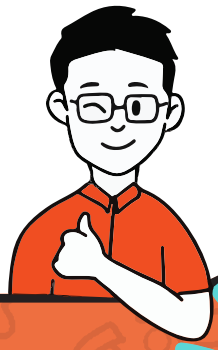
PHYSICSFARM

ติวฟิตมิดเทอม

เอกสารประกอบการติว

ม.4

สมดุลกล
Equalibrium

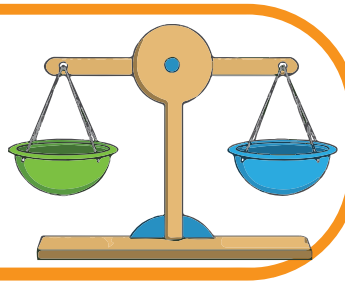


โดยพี่ฟาร์ม

EXAM

EQUILIBRIUM

ติว.ฟิต.มิดเทอม ม.4



ประเภทสมดุล

ประเภทการเคลื่อนที่
- เลื่อนตำแหน่ง (Translation)
- หมุน (Rotation)
- สั่น (Oscillation)

A สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง
- $\Sigma\vec{F} = 0$ → รักษาสภาพการเคลื่อนที่ (การเลื่อน)
  1. ไม่เลื่อน
  2. $\vec{v}$ คงที่ (ความเร็วเชิงเส้น)

  } $\vec{a} = 0$
- คำนวณ $F_{\uparrow} = F_{\downarrow}$, $F_{\rightarrow} = F_{\leftarrow}$ } $F_{ฉุด} = F_{ตาน}$

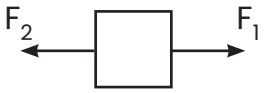
B สมดุลต่อการหมุน
- $\Sigma\vec{M} = 0$ → รักษาสภาพการหมุน
  3. ไม่หมุน
  4. หมุน $\vec{\omega}$ คงที่ (ความเร็วเชิงมุม)
- คำนวณ $M_{ทวน} = M_{ตาม}$

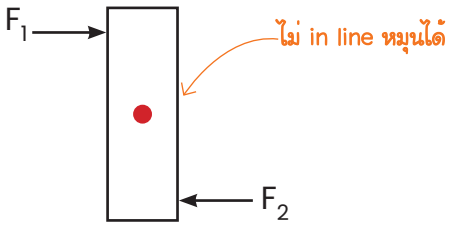
C = A+B สมดุลสัมบูรณ์
- $\Sigma\vec{F} = 0$ และ $\Sigma\vec{M} = 0$ → รักษาสภาพการเคลื่อนที่ + การหมุน
  - ไม่เลื่อน & ไม่หมุน → นิ่ง
  - ไม่เลื่อน & หมุน $\vec{\omega}$ คงที่
  - $\vec{v}$ คงที่ & ไม่หมุน
  - $\vec{v}$, $\vec{\omega}$ คงที่
- คำนวณ $F_{\uparrow} = F_{\downarrow}$, $F_{\rightarrow} = F_{\leftarrow}$, $M_{ทวน} = M_{ตาม}$

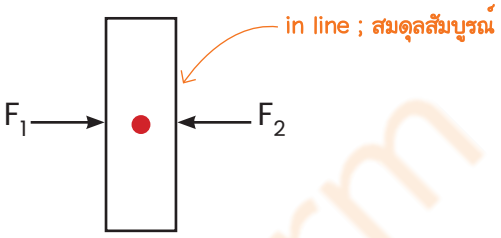
PhysicsFarm

A สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง → $\Sigma\vec{F} = 0$

กรณี 2 แรง: F ทั้งสองต้อง
- ขนาดเท่า
- ทิศตรงข้าม
- ถ้า in line จะสมดุลสัมบูรณ์ด้วย

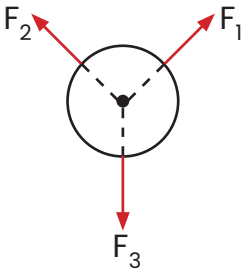




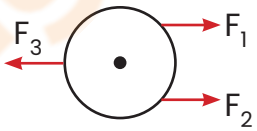


กรณี 3 แรง: (ต้องอยู่ในระบบเดียวกัน)

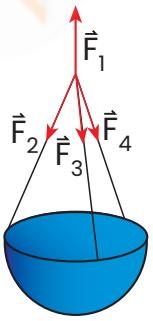
แรงไม่ขนานกัน → แรงทั้งสามต้องมาพบกันที่จุดจุดหนึ่ง



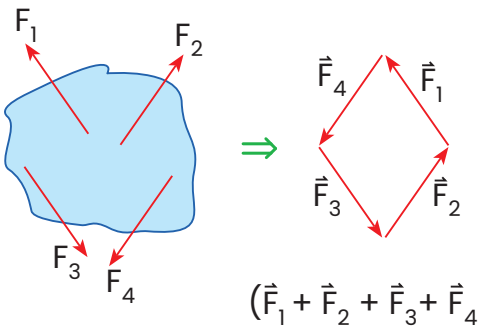
แรงขนานกัน → ไม่จำเป็น



กรณี > 3 แรง: ไม่จำเป็นต้องอยู่ในระนาบเดียวกันหรือพบกันที่จุดจุดหนึ่ง



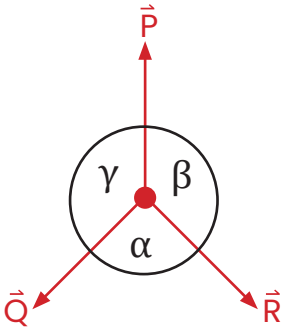
$(\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0)$
สมดุลใน 3 มิติ



$(\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0)$
สมดุลใน 2 มิติ

ทฤษฎีบทที่ช่วยในการคำนวณ

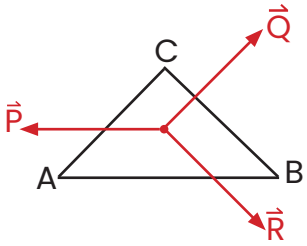
Lami



$$\frac{P}{\sin\alpha} = \frac{Q}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin\gamma}$$

R: ขนาดแรง
sin (มุมที่รองรับ)

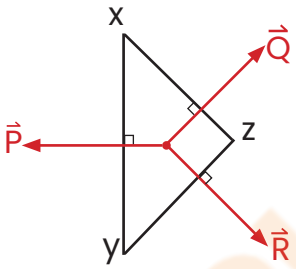
Δแทนแรง



$$\frac{P}{AB} = \frac{Q}{AC} = \frac{R}{BC}$$

R: ขนาดแรง
AB: ความยาวด้านที่ขนานแรงนั้น

Δตั้งฉากแรง



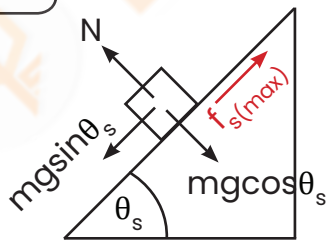
$$\frac{P}{xy} = \frac{Q}{xz} = \frac{R}{yz}$$

R: ขนาดแรง
xy: ความยาวด้านที่ ⊥ แรงนั้น

Lab มุมเสียดทาน

$\Sigma\vec{F} = 0$

พอดีเคลื่อนที่



↖ = ↘ ; $N = mg\cos\theta_s$

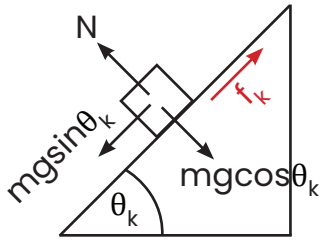
↗ = ↙ ; $f_{s(max)} = mg\sin\theta_s$

$\mu_s mg\cos\theta_s = mg\sin\theta_s$

$\mu_s = \tan\theta_s$

θ_s: มุมเสียดทานสถิต

เคลื่อน $\vec{v}$ คงที่



↖ = ↘ ; $N = mg\cos\theta_k$

↗ = ↙ ; $f_{s(max)} = mg\sin\theta_k$

$\mu_s mg\cos\theta_k = mg\sin\theta_k$

$\mu_s = \tan\theta_k$

θ_k: มุมเสียดทานจลน์

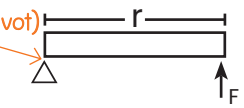
B สมดุลต่อการหมุน → $\Sigma\vec{M} = 0$

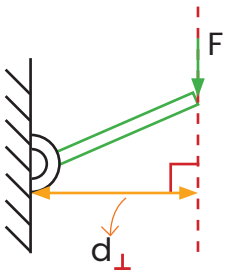
→ $M_{ทวน} = M_{ตาม}$

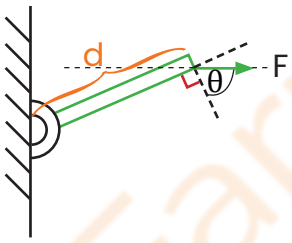
โมเมนต์ (Moment : Torque) → ปริมาณที่ก่อให้เกิดอำนาจการหมุน

$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ $\xrightarrow{\text{ขนาด}}$ $M = F \times r_{\perp}$

จุดคงที่ = จุดหมุน(pivot)







zero when? M = 0 เมื่อ F = 0

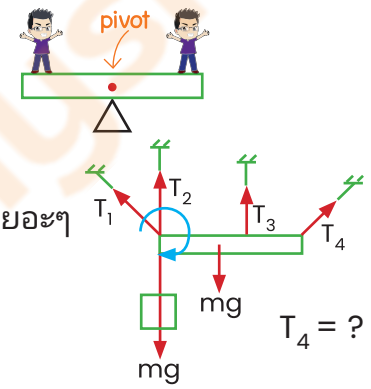
หรือ $r_{\perp} = 0$

"แรงใดผ่านจุดหมุน แรงนั้นไม่ก่อให้เกิดโมเมนต์"

ดังนั้นนิยมเลือกจุดหมุน

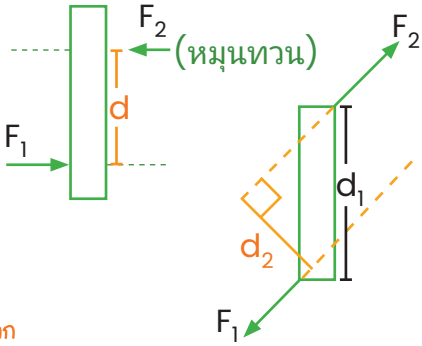
1 จุดที่นิ่งๆ อยู่กับที่จริง

2 จุดที่มีแรงที่ไม่ทราบค่า
& ไม่ต้องการทราบค่าผ่านเยอะๆ



โมเมนต์ของแรงคู่ควบ (M_C)

แรงคู่ควบ แรงขนาดเท่า & ทิศตรงข้าม
และไม่ in line กัน



โมเมนต์แรงคู่ควบ $M_C = F \cdot d_{\perp}$

จะ F_1 หรือ F_2 ก็เลขเดียวกัน

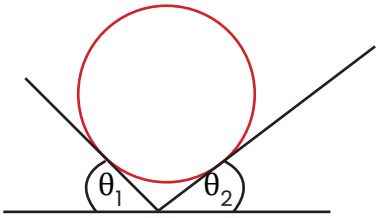
ระยะระหว่าง 2 แรงนั้นอย่างตั้งฉาก

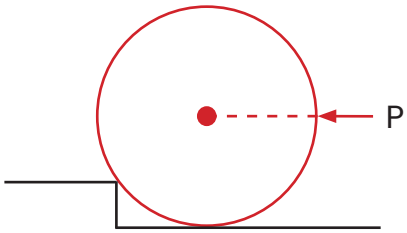
C แนวโจทย์ที่พบบ่อย (สมดุลสัมบูรณ์)

$\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow F_{\uparrow} = F_{\downarrow} \mid F_{\rightarrow} = F_{\leftarrow}$

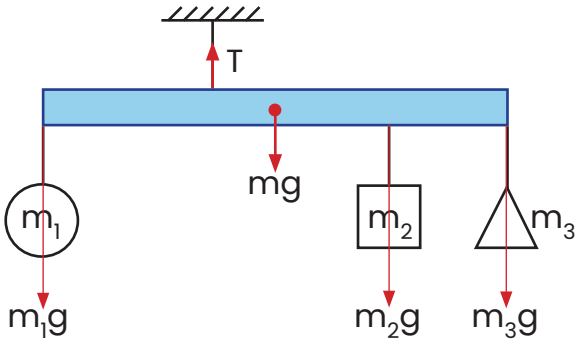
$\Sigma\vec{M} = 0 \rightarrow M_{\text{ทวน}} = M_{\text{ตาม}}$

Ex. ทรงกลม/กระบอก





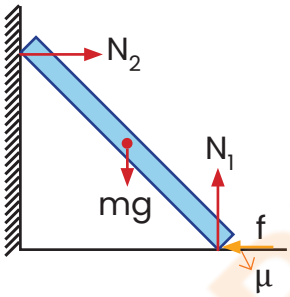
Ex. คาน



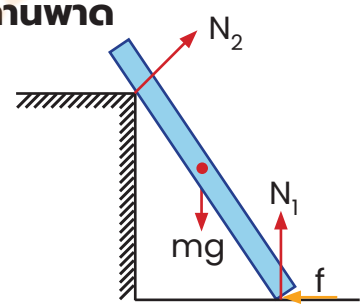
คานสม่ำเสมอ → $m\vec{g}_{\text{คาน}}$ ลงตรงกลางคาน

คานเบา → ไม่คิด $m\vec{g}_{\text{คาน}}$

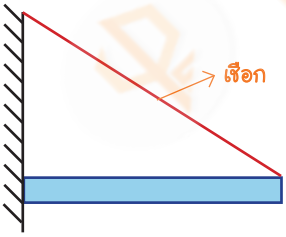
คานพิง



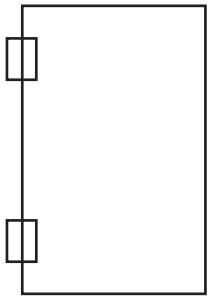
คานพาด



คานอัด



Ex. บานพับติดประตู

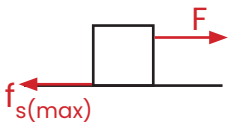


ไถลหรือล้มก่อน

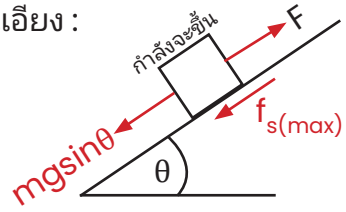
เลื่อนตำแหน่ง — หมุน

ไถล เกิดเมื่อ $F_{ฉุด} > F_{ต้าน}$

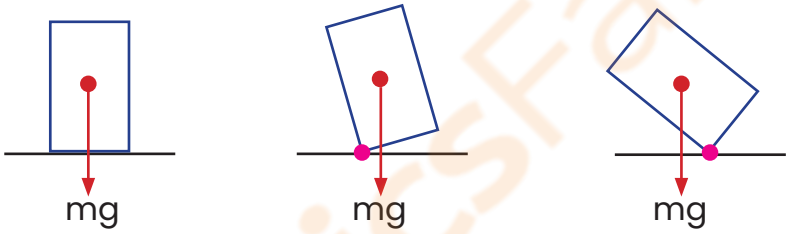
- พื้นราบ :



- พื้นเอียง :

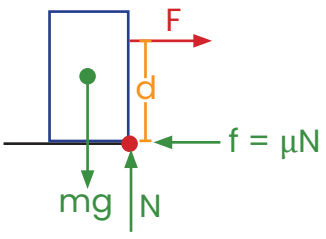


ล้ม → ล้มโดยไม่มี $F_{ภายนอกกระทำ}$ → ล้มเมื่อแนว $m\vec{g}$ ออกนอกฐาน



→ ล้มโดยไม่มี $F_{ภายนอกกระทำ}$ → ล้มเมื่อ $M_F > M_{mg}$

Fd $mg \cdot r$



*การพิจารณาว่าเกิดสิ่งใดขึ้นก่อน

1 Test โดยหา $F_{ไถล}$ (ไถล) ที่ทำให้เลื่อนตำแหน่งได้

$F_{ล้ม}$ ที่ทำให้เกิดการล้มได้

2 Compare เพื่อแปลผล

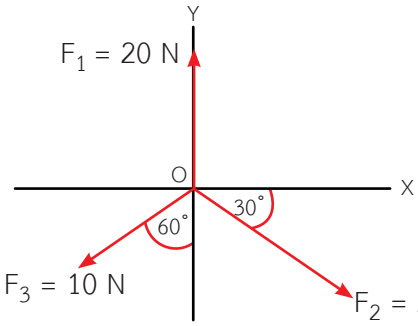
$F_{ไถล} < F_{ล้ม}$ → ไถลก่อนล้ม

$F_{ล้ม} < F_{ไถล}$ → ล้มก่อนไถล

$F_{ล้ม} = F_{ไถล}$ → ล้มพร้อมไถล

PHYXERCISE

1. แรง 20 N, 20 N และ 10 N กระทำต่อวัตถุร่วมกันที่จุด O โดยมีทิศทาง ดังรูป จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำกับจุด O

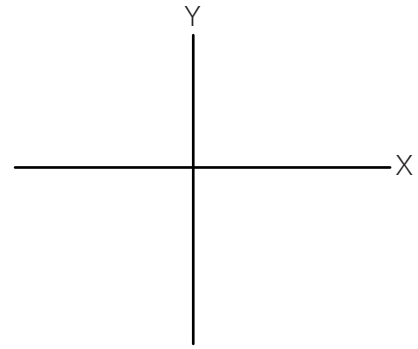


ΣF_x = _____

= _____

ΣF_y = _____

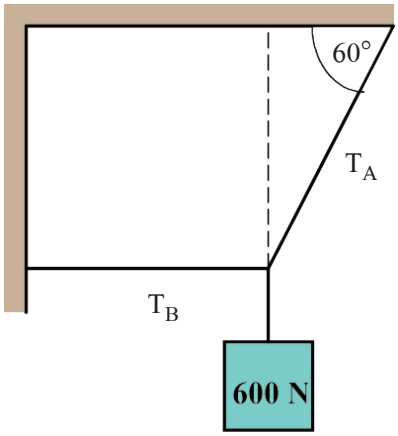
= _____



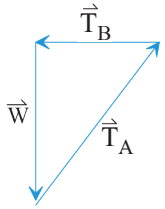
$\Sigma F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}$

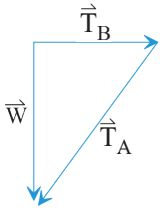
= _____

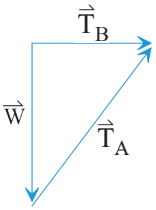
= _____

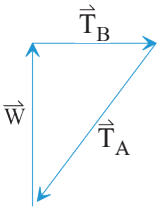
2. 

แขวนน้ำหนักไว้ด้วยเชือกและอยู่นิ่งทำให้เกิดแรงตึงในเส้นเชือก T_1 และ T_2 ดังรูป เมื่อเขียนเส้นตรงแทนขนาดและทิศของแรงทั้งสามโดยประมาณข้อใดถูกต้อง

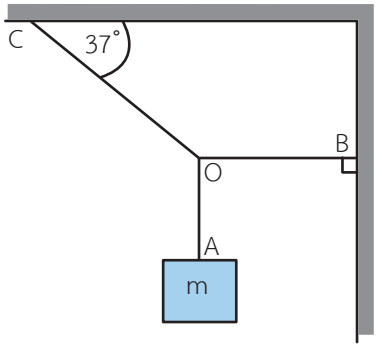
1. 

2. 

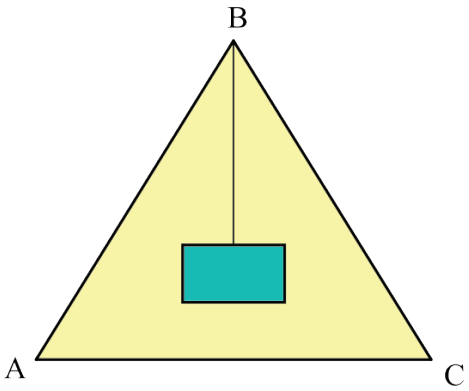
3. 

4. 

3. ถ้าแรงตึงเชือก OB เท่ากับ 80 N แรงตึงเชือก OC และมวล m มีค่าเท่าไร

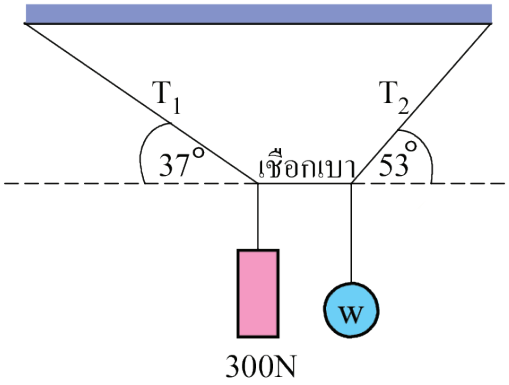


4. กรอบไม้สามเหลี่ยมด้านเท่า ABC ยาวด้านละ 2 m แขวนรูปภาพไว้ภายใน ดังรูป ถ้ารูปภาพหนัก 20 N จงหาแรงที่กระทำด้าน AB หรือ BC เนื่องจากรูปที่แขวน (Ent)



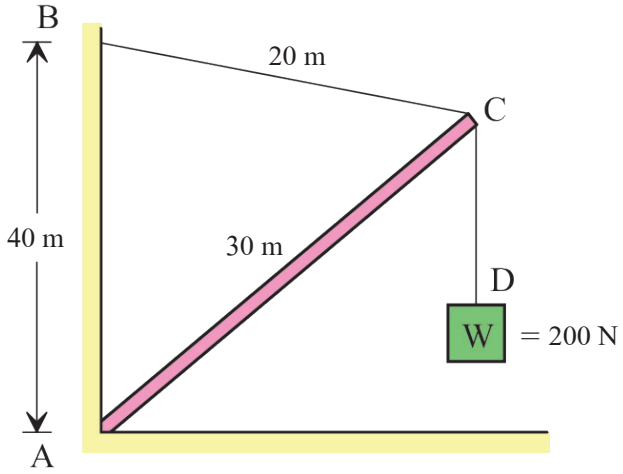
1. 10.00 N
2. 11.50 N
3. 15.20 N
4. 20.00 N

5. จากรูปวัตถุมีน้ำหนัก 300 นิวตัน และ W นิวตันแขวนไว้ด้วยเชือกเบา และอยู่ในสมดุล จงหาอัตราส่วนขนาดแรงตึงในเส้นเชือก (T_1: T_2)

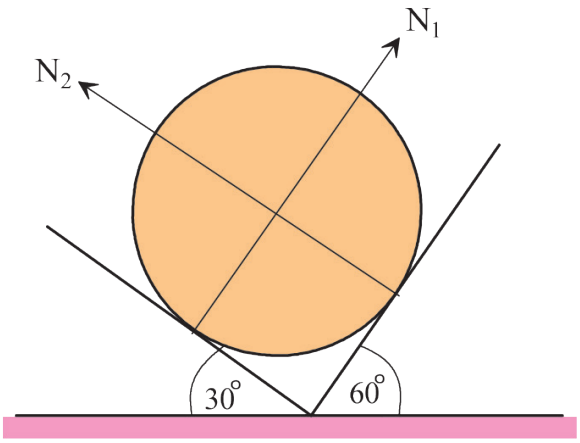


1. 0.75
2. 1.25
3. 1.33
4. 4.67

6. AC เป็นเสาค้ำเชือก BCD ไว้ตามรูป ถ้า AC = 30 m BC = 20 m และ AB = 40 m จงหาแรงตึงในเส้นเชือก BC

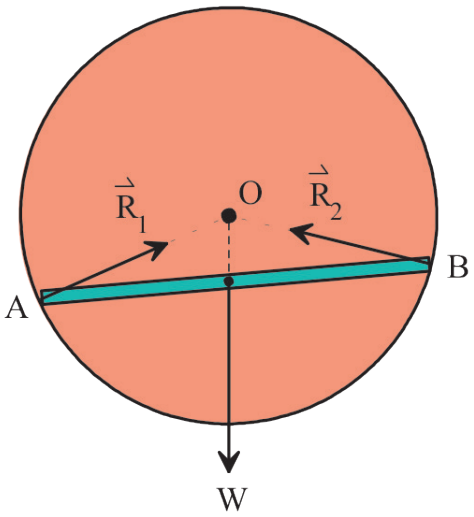


7. ทรงกลมตันหนัก 5 N วางอยู่บนระนาบเอียงที่ไม่มีแรงเสียดทาน 2 อัน ซึ่งทำมุม 30 และ 60 องศา กับพื้นราบดังแสดงในรูป ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง กำหนดให้ tan60° = 1.732, tan30° = 0.577 (Ent)



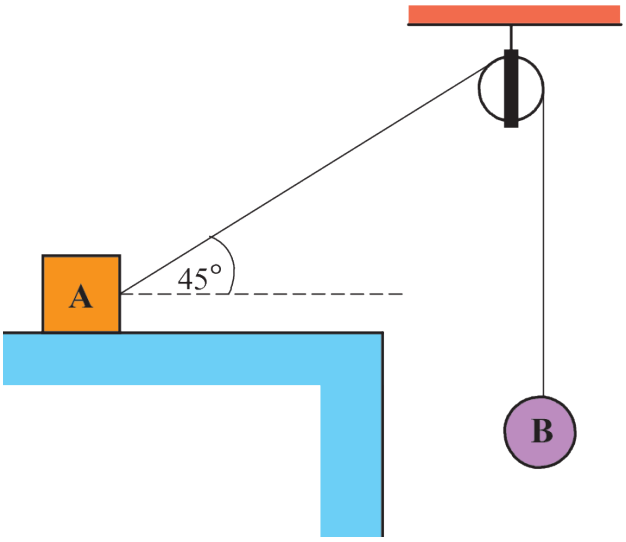
1. $N_1 - N_2 = 1.83$
2. $N_2 - N_1 = 1.83$
3. $N_1 - N_2 = 2.83$
4. $N_2 - N_1 = 2.83$

8. คานสม่ำเสมอ AB หนัก W วางนิ่งภายในทรงกลมกลวงเกลี้ยงที่มี O เป็นจุดศูนย์กลางถ้า R_1 และ R_2 คือแรงปฏิกิริยาที่ทรงกลมกระทำต่อคาน ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง



1. $\vec{R}_1$, $\vec{R}_2$ และ $\vec{W}$ เป็นแรงที่พบกัน ณ จุดเดียวกัน
2. AB ต้องอยู่ในแนวระดับ เมื่ออยู่ในภาวะสมดุล
3. แนวกระทำของ $\vec{R}_2$ ตั้งฉากกับผิวสัมผัสที่ B
4. แนวกระทำของ $\vec{R}_1$ ตั้งฉากกับแนว AB

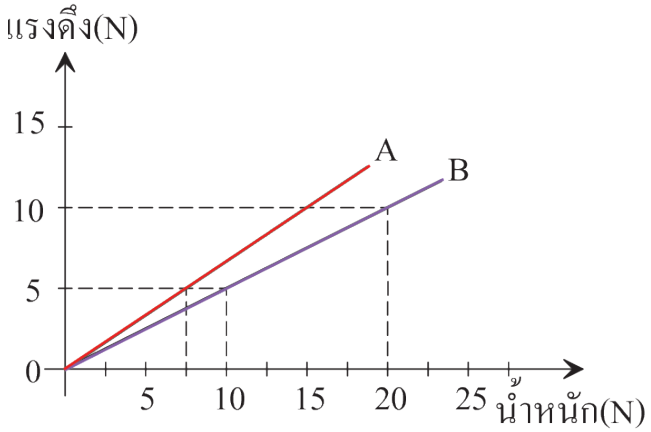
9. วัตถุ A มีมวล $30\sqrt{2}$ kg ซึ่งมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ 0.5 และถูกดึงด้วยเส้นเชือกที่คล้องผ่านรอกแล้วห้อยด้วยวัตถุ B ซึ่งมีมวล m_B กิโลกรัม จงหาค่าของมวล m_B ที่ทำให้วัตถุ A พอดีเคลื่อนที่ (Ent)



1. $10\sqrt{2}$ kg
2. 20 kg
3. 30 kg
4. 60 kg

10. วัตถุก้อนหนึ่งวางบนพื้นเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับเมื่อใช้แรง 7 N ฉุดขึ้นในแนวขนานกับพื้นเอียงวัตถุนั้นไถลลงด้วยความเร็วคงตัว แต่ถ้าเพิ่มแรงฉุดจนเป็น 13 N วัตถุนั้นจะไถลขึ้นด้วยความเร็วคงตัว สัมประสิทธิ์ความเสียดทานมีค่าเท่าใด

11. จากการทดลองเรื่องสัมประสิทธิ์ความเสียดทานได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักถุงทรายรวมแผ่นไม้ดังรูป คำกล่าวข้อใดถูกต้อง



ก. เส้นกราฟ OB คือ ผลการทดลอง เมื่อถุงทรายรวมแผ่นไม้ขณะเริ่มเคลื่อนที่

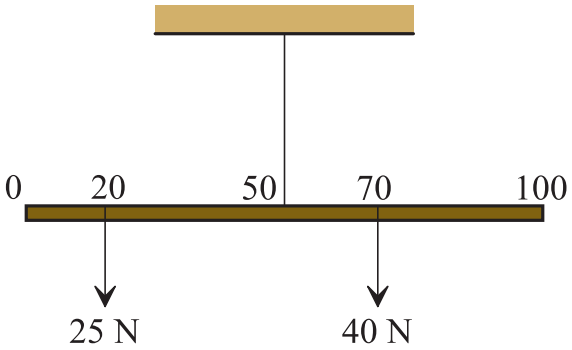
ข. จากกราฟ μ_s มีค่าเท่ากับ 0.67

ค. จากกราฟ μ_k มีค่าเท่ากับ 0.5

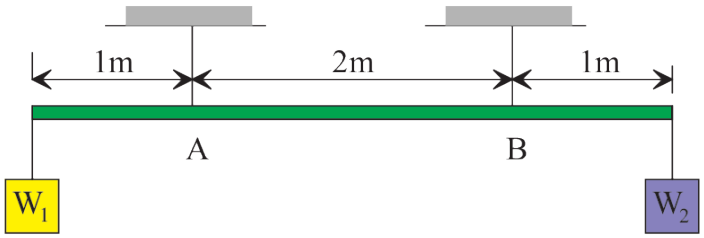
คำตอบที่ถูกต้องคือ

1. ข้อ ก และ ข
2. ข้อ ข และ ค
3. ข้อ ก และ ค
4. ข้อ ก ข และ ค
5. เฉพาะข้อ ค เท่านั้น

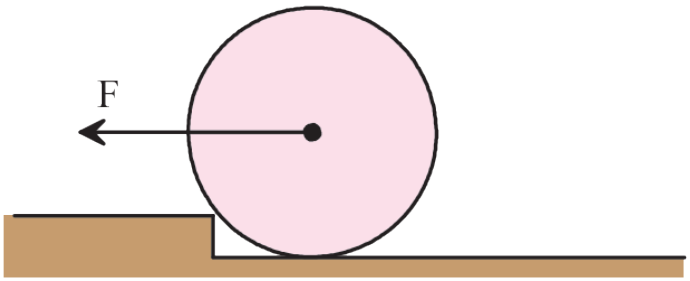
12. ไม้เมตรมวลน้อยมากแขวนด้วยเชือกไว้ในสเกล 50 cm ปรากฏว่าไม้เมตรวางอยู่ในแนวราบ มีแรง 25 N กระทำที่สเกล 20 cm และมีแรง 40 N กระทำที่สเกล 70 cm โดยแรงทั้งสองมีทิศทางลงในแนวดิ่ง จงหาโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อไม้เมตร



13. คานสม่ำเสมอหนัก 120 N. มี W_1 และ W_2 แขวนที่ปลาย พยุงด้วยเชือก A และ B ดังรูป เชือกแต่ละเส้นทนแรงตึงได้ 500 N. ถ้า W_2 หนักเป็น 2 เท่าของ W_1 จงหาว่า W_1 มีค่ามากที่สุดเท่าใดที่จะแขวนอยู่ได้โดยเชือกที่ A และ B ไม่ขาด (Ent)

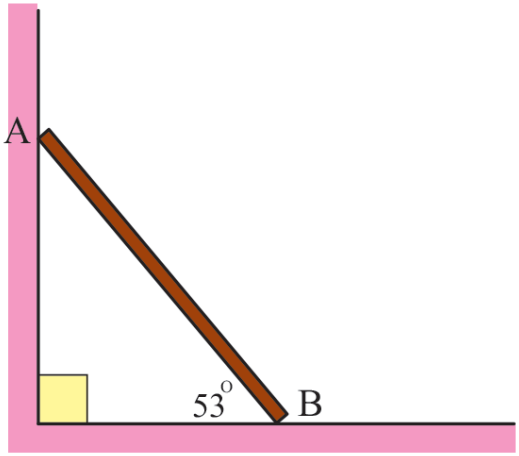


14. ชายคนหนึ่งออกแรงฉุดลูกกลิ้งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อยาว 20 cm และหนัก 200 N ข้ามขอบถนน สูง 4 cm ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานใดๆ จงหาว่าชายคนนี้ต้องออกแรงเท่าใดถ้าเขาฉุดในแนวระดับ

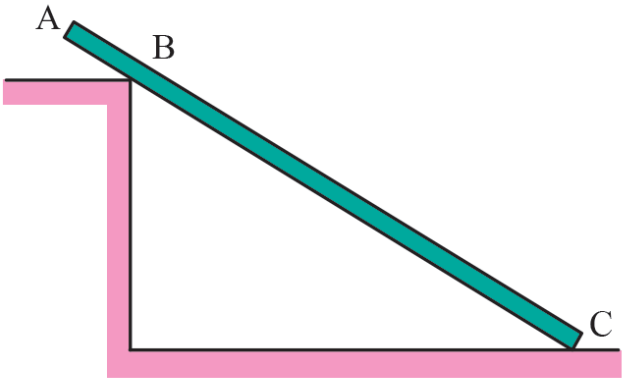


1. 150 N
2. 166.67 N
3. 200 N
4. 266.67 N

15. คานไม่สม่ำเสมอ AB ยาว L หนัก 200 N จุดศูนย์ถ่วงห่างปลาย A = 0.4L ปลายบนพิงกำแพงเกลี้ยง ถ้าคานเริ่มไถลพอดี เมื่อคานทำมุม 53° กับพื้น จงหาสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างพื้นกับปลายคาน

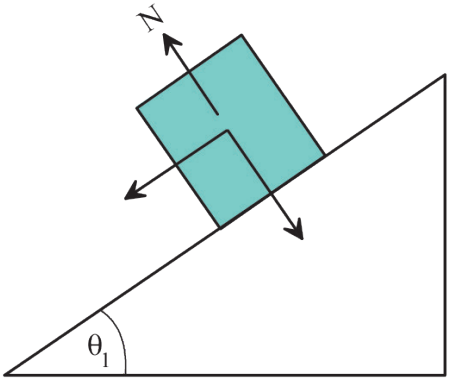


16. คานสม่ำเสมอ AC หนัก W วางพาดกำแพงและเอียงทำมุม 30 องศา กับแนวระดับดังรูป AB = 0.25AC กำหนดขอบกำแพงลื่นมาก สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างปลายคานกับพื้นมีค่าอย่างน้อยที่สุดเป็นเท่าใด

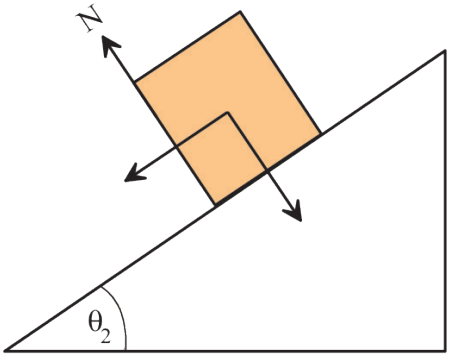


1. 0.29
2. 0.44
3. 0.58
4. 0.71

17. กล่องขนาดสม่ำเสมอสูง 0.6 m กว้าง 0.3 m วางพิงบนแผ่นกระดาน ส.ป.ส. ความเสียดทานสถิตระหว่างกล่องกับกระดานมีค่า 0.4 เมื่อยกกระดานที่ปลายหนึ่งขึ้นอย่างช้า ๆ กล่องจะไถลหรือล้มก่อน



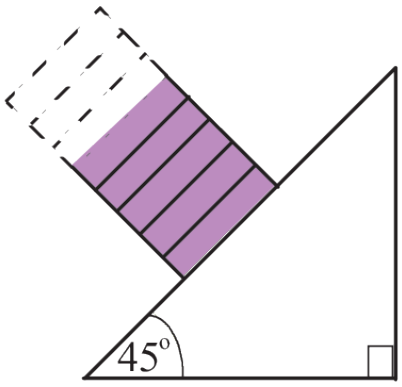
θ_1 : กล่องพอดีไถล



θ_2 : กล่องพอดีล้ม

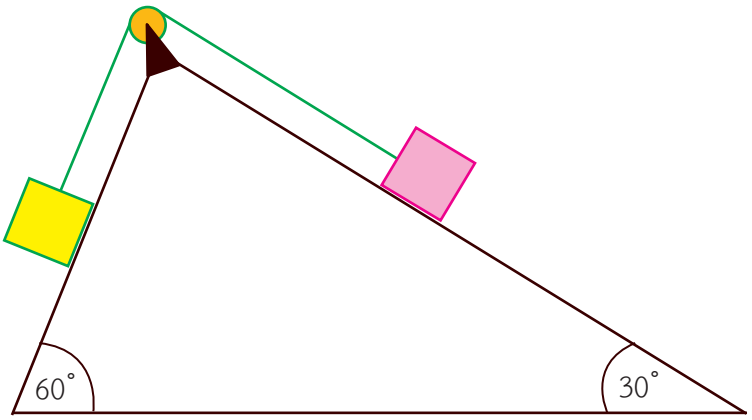
18. จากข้อ 17 ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างกล่องกับพื้นเปลี่ยนเป็น 0.5 กล่องจะไถลก่อนหรือล้มก่อน

19. แผ่นโลหะกลมแบบสม่ำเสมอมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 cm หนา 1.2 mm วางซ้อนกันอย่างมีระเบียบบนพื้นเอียงที่ทำมุม 45 องศากับแนวระดับดังรูป ถ้าแรงเสียดทานระหว่างแผ่นโลหะและพื้นเอียงมีค่ามาก จงหาว่าจะซ้อนแผ่นโลหะเหล่านี้ได้มากที่สุดเท่าไร โดยไม่มีการล้มเกิดขึ้น (Ent)



1. 7 แผ่น
2. 8 แผ่น
3. 16 แผ่น
4. 18 แผ่น

20. มวลสองก้อน ก้อนละ 10 กิโลกรัม ผูกติดกันผ่านเชือก และวางอยู่บนพื้นเอียงที่มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน μ_1 และ μ_2 ดังรูป (CMU 57)



นักเรียนสามคนให้ข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวไว้ดังนี้

เอ สรุป “หาก $\mu_1 > \sqrt{3}$ และ $\mu_2 < \frac{1}{\sqrt{3}}$ มวลทั้งสองจะอยู่นิ่งไม่เคลื่อนที่”

ฝน สรุป “หาก $\mu_1 = 0$ และ $\mu_2 < 1 - \frac{1}{\sqrt{3}}$ มวลทั้งสองจะไหลลงมาทางพื้นที่เอียง 60 องศา”

ดาว สรุป “ทุกค่าที่ $\mu_1 < \sqrt{3} - 1$ และ $\mu_2 = 0$ มวลทั้งสองจะไหลลงมาทางพื้นที่เอียง 60 องศา”

จากข้อสรุปทั้งหมดนักเรียนคนใดสรุปได้ถูกต้อง

1. เอ และ ฝน
2. เอ และ ดาว
3. ฝน และ ดาว
4. เอ ฝน และ ดาว