สารบัญ คู่มือครู

	หน้าที่
บทที่ 1 โครงสร้าง	
เฉลยแบบทดสอบ บทที่ 1	1
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 1	3
บทที่ 2 สถิตยศาสตร์เบื้องต้น	
เฉลยแบบทดสอบ บทที่ 2	5
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 2	11
บทที่ 3 จุดรองรับและการจำแนกโครงสร้าง	
เฉลยแบบทดสอบ บทที่ 3	14
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 3	20
บทที่ 4 แรงปฏิกิริยาของคาน	
เฉลยแบบทดสอบ บทที่ 4	23
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 4	29
บทที่ 5 แรงภายในคาน	
เฉลยแบบทดสอบ บทที่ 5	32
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 5	38
บทที่ 6 ความสัมพันธ์ของแรงภายในคานและน้ำหนักบรรทุก	
เฉลยแบบทดสอบ บทที่ 6	41
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 6	47
บทที่ 7 แรงปฏิกิริยาของโครงข้อหมุน	
เฉลยแบบทดสอบ บทที่ 7	51
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 7	57
บทที่ 8 แรงภายในโครงข้อหมุน	
เฉลยแบบทดสอบ บทที่ 8	60
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 8	71

เฉลย แบบทดสอบ บทที่ 1
โครงสร้างและน้ำหนักบรรทุก

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้ (คะแนนรวม 60 คะแนน)

1-1 จงอธิบายความหมายของ “โครงสร้าง” (10 คะแนน)

ตอบ โครงสร้าง (Structural) ในทางวิศวกรรม คือ ชิ้นส่วนวัสดุที่ประกอบเข้าด้วยกันเพื่อใช้รองรับน้ำหนักบรรทุกถ่ายเทลงสู่พื้นดิน

1-2 “ชิ้นส่วนของโครงสร้าง” มีอะไรบ้าง จงอธิบาย (10 คะแนน)

ตอบ คาน เสา ท่อนรับแรงดึง

1-3 “ชนิดของโครงสร้าง” มีอะไรบ้าง จงอธิบาย (10 คะแนน)

ตอบ โครงข้อแข็ง โครงข้อหมุน

1-4 จงอธิบายความหมายของ “น้ำหนักบรรทุกคงที่” พร้อมยกตัวอย่างน้ำหนักวัสดุมา 3 ตัวอย่าง (10 คะแนน)

ตอบ น้ำหนักบรรทุกคงที่ หมายถึงน้ำหนักบรรทุกที่กระทำในลักษณะถาวร เป็นน้ำหนักที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีแนวแรงกระทำในแนวดิ่งอยู่เสมอ ค่าโดยประมาณที่น้อยสุดของน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้าง มีตัวอย่างดังนี้

คอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา	มีน้ำหนัก 2400 $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$
เหล็ก	มีน้ำหนัก 7850 $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$
น้ำ	มีน้ำหนัก 1000 $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

1-5 จงอธิบายความหมายของ “น้ำหนักบรรทุกจร” พร้อมยกตัวอย่างน้ำหนักจรของประเภทหรือส่วนต่างๆของอาคารมา 3 ตัวอย่าง (10 คะแนน)

ตอบ น้ำหนักบรรทุกจร หมายถึงน้ำหนักบรรทุกที่กระทำชั่วคราวและอาจมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักได้ในภายหลังซึ่งน้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำในแนวดิ่ง ได้แก่ น้ำหนักของผู้ใช้อาคาร น้ำหนักสิ่งของเครื่องใช้ เช่น ตู้ เตียง เครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออาจเป็นน้ำหนักของเครื่องจักร เครื่องมือ สินค้า ฯลฯ ตัวอย่างของน้ำหนักบรรทุกจรตามที่กฎหมายกำหนดมีดังนี้

หลังคา	มีน้ำหนัก 50 $\left(\frac{kg}{m^2}\right)$
กันสาด หลังคาคอนกรีต	มีน้ำหนัก 100 $\left(\frac{kg}{m^2}\right)$
ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	มีน้ำหนัก 150 $\left(\frac{kg}{m^2}\right)$

1-6 จงอธิบายความหมายของ “แรงลม” (10 คะแนน)

ตอบ โครงสร้างอาคารคือการเกิดขึ้นของสิ่งก่อสร้างในอาณาบริเวณตามความต้องการใช้งานของมนุษย์ สิ่งหนึ่งที่โครงสร้างนั้นๆจะต้องเผชิญและหลีกเลี่ยงไม่ได้คือ แรงลม (wind load) การพิจารณาจะอาศัยสถิติความเร็วลมที่เกิดขึ้นในบริเวณนั้น โดยใช้ความเร็วของกระแสลมมากที่สุดที่บันทึกได้ในรอบ 50 ปี มาใช้ โดยประเทศไทยมีการทำเป็นข้อกฎหมายไว้ในกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 กำหนดแรงลมขั้นต่ำที่กระทำตั้งฉากกับโครงอาคาร

เฉลย แบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 1
โครงสร้างและน้ำหนักบรรทุก

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น (คะแนนรวม20 คะแนน)

1. ข้อใดไม่ใช่ “โครงสร้าง”
   - ก. คานไม้
   - ~~ข.~~ ผนังก่ออิฐ
   - ค. เสาคอนกรีต
   - ง. บันได

2. ข้อใดคือผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณในการออกแบบโครงสร้าง
   - ก. ความชันโครงหลังคา
   - ข. สีตัวอาคาร
   - ~~ค.~~ หน้าตัดวัสดุ
   - ง. จำนวนลูกขั้นบันได

3. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>จุดมุ่งหมายของการคำนวณออกแบบโครงสร้าง
   - ก. ประหยัด
   - ข. สวยงาม
   - ~~ค.~~ กว้างขวาง
   - ง. รับน้ำหนักได้

4. ชิ้นส่วนโครงสร้างใดใช้รับแรงอัด
   - ~~ก.~~ คานไม้
   - ข. ผนังก่ออิฐ
   - ค. เสาคอนกรีต
   - ง. บันได

5. ชิ้นส่วนโครงสร้างใดใช้รับแรงดัด
   - ก. คานไม้
   - ข. ผนังก่ออิฐ
   - ~~ค.~~ เสาคอนกรีต
   - ง. บันได

6. โครงสร้างชนิดใดได้จากการประกอบกันของท่อนรับแรงดึงและแรงอัด
   ก. โครงข้อแข็ง
   ข. คานต่อเนื่อง
   ค. โครงข้อหมุน
   ง. เสา

7. ข้อใดคือน้ำหนักจรขั้นต่ำของ “อาคารพักอาศัย”
   ก. $50 \ \frac{kg}{m^2}$
   ข. $150 \ \frac{kg}{m^2}$
   ค. $250 \ \frac{kg}{m^2}$
   ง. $300 \ \frac{kg}{m^2}$

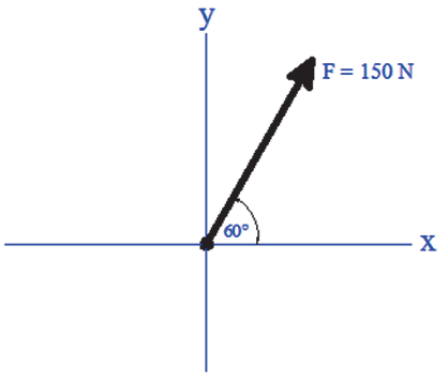
8. ข้อใดคือน้ำหนักจรขั้นต่ำของ “ห้องโถงโรงแรม”
   ก. $50 \ \frac{kg}{m^2}$
   ข. $150 \ \frac{kg}{m^2}$
   ค. $250 \ \frac{kg}{m^2}$
   ง. $300 \ \frac{kg}{m^2}$

9. ข้อใดคือค่าแรงลมขั้นต่ำของ “อาคารสูง 20 เมตร”
   ก. $50 \ \frac{kg}{m^2}$
   ข. $80 \ \frac{kg}{m^2}$
   ค. $120 \ \frac{kg}{m^2}$
   ง. $160 \ \frac{kg}{m^2}$

10. ข้อใดคือพฤติกรรมของ “แรงดันน้ำ”
   ก. กระทำที่ผิวบนของน้ำ
   ข. สั่นสะเทือนทั้งแนวราบและดิ่ง
   ค. น้ำหนักกระทำเป็นรูปสามเหลี่ยม
   ง. หมุนวน

เฉลย แบบทดสอบ บทที่ 2
สถิตยศาสตร์เบื้องต้น

2-1 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง 150 N แสดงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.12

วิธีทำ

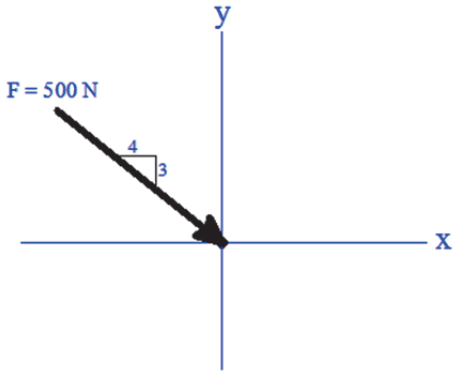
องค์ประกอบของแรงในแนวราบ (x) และแนวดิ่ง (y) หาได้จาก สมการ [2-1] และ [2-2]

จากแรง $F = 150\ \text{N}$;

$$F_x = 150\cos 60^\circ = 75 \quad \text{N} \longrightarrow$$

$$F_y = 150\sin 60^\circ = 129.90 \quad \text{N} \uparrow$$

2-2 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง 500 N แสดงดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23

วิธีทำ

จากตรีโกณมิติ จะได้ว่า

$$\sqrt{4^2+3^2}=5$$

$$\sin\theta=\frac{3}{5}$$

$$\cos\theta=\frac{4}{5}$$

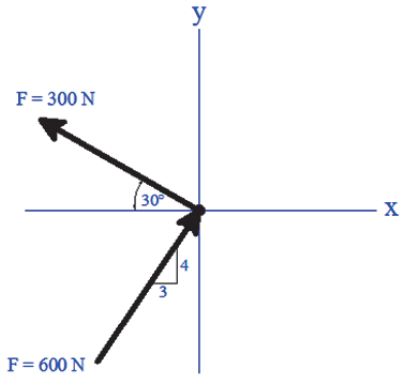
องค์ประกอบของแรงในแนวราบ (x) และแนวดิ่ง (y) หาได้จาก สมการ [2-1] และ [2-2]

จากแรง $F = 500\ N$;

$$F_x=500\left(\frac{4}{5}\right)=400\quad N \longrightarrow$$

$$F_y=500\left(\frac{3}{5}\right)=300\quad N \downarrow$$

2-3 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง แสดงดังรูปที่ 2.24 พร้อมกับทิศทางของแรงลัพธ์



รูปที่ 2.24

วิธีทำ

องค์ประกอบของแรงในแนวราบ (x) และแนวดิ่ง (y) หาได้จาก สมการ [2-1] และ [2-2]

จากแรง $F = 300\ N$;

$$F_x = 300\cos 30^\circ = 259.81 \quad N \longleftarrow$$

$$F_y = 300\sin 30^\circ = 150 \quad N \uparrow$$

จากแรง $F = 600\ N$;

$$F_x = 600\left(\frac{3}{5}\right) = 360 \quad N \longrightarrow$$

$$F_y = 600\left(\frac{4}{5}\right) = 480 \quad N \uparrow$$

ผลรวมองค์ประกอบของแรง ในแนวราบ (x) และแนวดิ่ง (y) หาได้จากผลรวมทางพีชคณิต ดังนี้

$$\sum F_x = -259.81 + 360 = 100.13 \quad N \longrightarrow$$

$$\sum F_y = 150 + 480 = 630\,N \uparrow$$

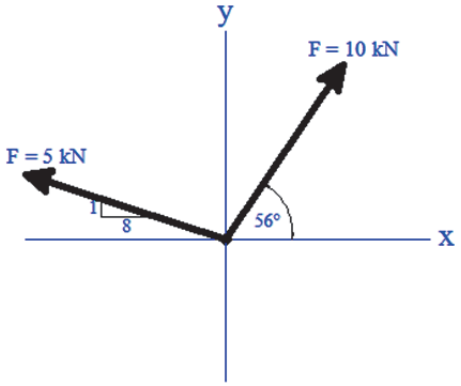
แรงลัพธ์ของแรงสองแรงหาได้จากสมการ [2-3-a]

$$F = \sqrt{(100.13)^2 + (630)^2} \quad = 637.91\ N$$

ทิศทางของแรงลัพธ์หาได้จากสมการ [2-4-a]

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{630}{100.13}\right) = 80.97^\circ$$

2-4 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง แสดงดังรูปที่ 2.25 พร้อมกับทิศทางของแรงลัพธ์



รูปที่ 2.25

วิธีทำ

องค์ประกอบของแรงในแนวราบ (x) และแนวดิ่ง (y) หาได้จาก สมการ [2-1] และ [2-2]

จากแรง $F = 5\ kN$;

$$F_x = 5\left(\frac{8}{8.06}\right) = 4.96 \quad kN \longleftarrow$$

$$F_y = 5\left(\frac{1}{8.06}\right) = 0.62 \quad kN \uparrow$$

จากแรง $F = 10\ kN$;

$$F_x = 10\cos 56^\circ = 5.59 \quad kN \longrightarrow$$

$$F_y = 10\sin 56^\circ = 8.29 \quad kN \uparrow$$

ผลรวมองค์ประกอบของแรง ในแนวราบ (x) และแนวดิ่ง (y) หาได้จากผลรวมทางพีชคณิต ดังนี้

$$\sum F_x = -4.96 + 5.59 = 0.63 \quad kN \longrightarrow$$

$$\sum F_y = 0.62 + 8.29 = 8.91\ kN \uparrow$$

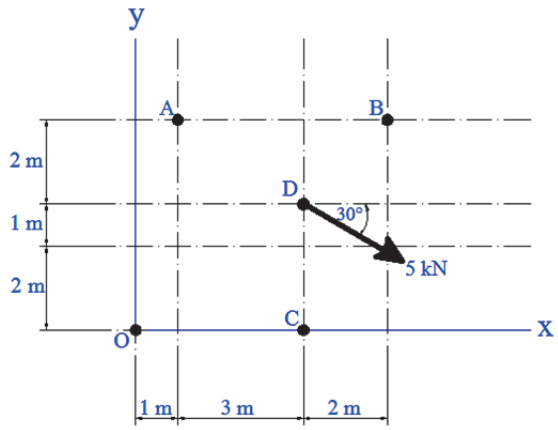
แรงลัพธ์ของแรงสองแรงหาได้จากสมการ [2-3-a]

$$F = \sqrt{(0.63)^2 + (8.91)^2} \quad = 8.93\ kN$$

ทิศทางของแรงลัพธ์หาได้จากสมการ [2-4-a]

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{8.91}{0.63}\right) = 85.96^\circ$$

2-5 แรง 5 kN แสดงดังรูปที่ 2.26 จงคำนวณหาโมเมนต์รอบจุด O , A , B , C และ D



รูปที่ 2.26

วิธีทำ

หาองค์ประกอบของแรง 5 kN หาได้จากสมการ [2-1] และ [2-2]

$$F_x = 5\cos 30^\circ = 4.33 \quad \text{kN} \longrightarrow$$

$$F_y = 5\sin 30^\circ = 2.5 \quad \text{kN} \downarrow$$

โมเมนต์รอบจุด O หาได้จาก สมการ [2-6]

$$M_O = -(4.33\,\text{kN})(3\,\text{m}) - (2.5\,\text{kN})(4\,\text{m}) = -22.99\ \text{kN}\cdot\text{m} \quad \approx 22.99\,\text{kN}\cdot\text{m} \circlearrowright$$

โมเมนต์รอบจุด A หาได้จาก สมการ [2-6]

$$M_A = (4.33\,\text{kN})(2\,\text{m}) - (2.5\,\text{kN})(3\,\text{m}) = 1.16\ \text{kN}\cdot\text{m} \circlearrowleft$$

โมเมนต์รอบจุด B หาได้จาก สมการ [2-6]

$$M_B = (4.33\,\text{kN})(2\,\text{m}) + (2.5\,\text{kN})(2\,\text{m}) = 13.6\ \text{kN}\cdot\text{m} \circlearrowleft$$

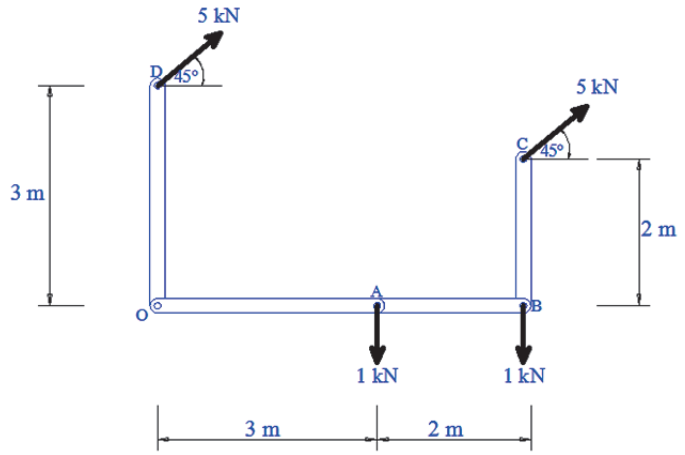
โมเมนต์รอบจุด C หาได้จาก สมการ [2-6]

$$M_C = -(4.33\,\text{kN})(3\,\text{m}) = -12.99\ \text{kN}\cdot\text{m} \quad \approx 12.99\,\text{kN}\cdot\text{m} \circlearrowright$$

องค์ประกอบของแรง 5 kN ไม่ทำให้เกิดโมเมนต์ที่จุด D

$$M_D = 0\ \text{kN}\cdot\text{m}$$

2-6 จงคำนวณหาโมเมนต์ลัพธ์รอบจุด O ของระบบแรง แสดงดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27

วิธีทำ

ที่จุด A จากแรง $1\ \text{kN}$ โมเมนต์รอบจุด O หาได้จาก สมการ [2-5]

$$(1\ \text{kN})(3\ \text{m}) = 3\ \text{kN}\cdot\text{m}$$

ที่จุด B จากแรง $1\ \text{kN}$ โมเมนต์รอบจุด O หาได้จาก สมการ [2-5]

$$(1\ \text{kN})(5\ \text{m}) = 5\ \text{kN}\cdot\text{m}$$

ที่จุด C จากแรง $5\ \text{kN}$ โมเมนต์รอบจุด O หาได้จาก สมการ [2-6]

$$-(5\cos 45^\circ\ \text{kN})(2\ \text{m}) + (5\sin 45^\circ\ \text{kN})(5\ \text{m}) = 10.61\ \text{kN}\cdot\text{m}$$

ที่จุด D จากแรง $5\ \text{kN}$ โมเมนต์รอบจุด O หาได้จาก สมการ [2-6]

$$-(5\cos 45^\circ\ \text{kN})(3\ \text{m}) = -10.61\ \text{kN}\cdot\text{m} \approx 10.61\ \text{kN}\cdot\text{m}$$

ผลรวมของโมเมนต์รอบจุด O หาได้จากผลรวมทางพีชคณิต ดังนี้

$$M_O = -3 - 5 + 10.61 - 10.61 = -8\ \text{kN}\cdot\text{m} \approx 8\ \text{kN}\cdot\text{m}$$

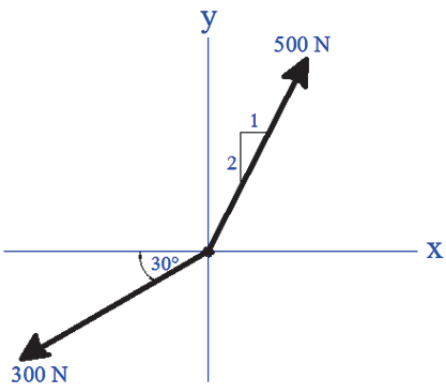
เฉลย แบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 2
สถิตยศาสตร์เบื้องต้น

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น (คะแนนรวม20 คะแนน)
คำชี้แจง อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

1. ข้อใดคือความหมายของคำว่า “สถิตยศาสตร์”
   - X ก. การสมดุลของวัตถุภายใต้แรงกระทำ
   - ข. แรงที่พยายามหมุนวัตถุ
   - ค. เป็นปริมาณสเกล่า
   - ง. การกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุหนึ่ง

2. ข้อใดคือความหมายของคำว่า “แรง”
   - ก. การสมดุลของวัตถุภายใต้แรงกระทำ
   - ข. แรงที่พยายามหมุนวัตถุ
   - ค. ปริมาณสเกล่า
   - X ง. การกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุหนึ่ง

3. ข้อใดคือคุณสมบัติของ “ปริมาณเวคเตอร์”
   - ก. ต้องมีจุดหมุน
   - ข. ต้องรวมกันได้ตามพีชคณิต
   - ค. ต้องมีระยะแขนของแรง
   - X ง. ต้องมีขนาดและทิศทาง



(ใช้ตอบคำถามข้อ 4-7)

รูปที่ 2.28

4. ข้อใดคือองค์ประกอบของแรง 500 N ในแนวแกน x

ก. $\frac{500}{\sqrt{5}}$ N

ข. $\frac{500}{\sqrt{3}}$ N

ค. $\frac{1000}{\sqrt{5}}$ N

ง. $\frac{1000}{\sqrt{3}}$ N

5. ข้อใดคือองค์ประกอบของแรง 500 N ในแนวแกน y

ก. $\frac{500}{\sqrt{5}}$ N

ข. $\frac{500}{\sqrt{3}}$ N

ค. $\frac{1000}{\sqrt{5}}$ N

ง. $\frac{1000}{\sqrt{3}}$ N

6. ข้อใดคือแรงลัพธ์ ของระบบแรงดังกล่าว

ก. 36.2 N

ข. 150 N

ค. 299.41 N

ง. 500 N

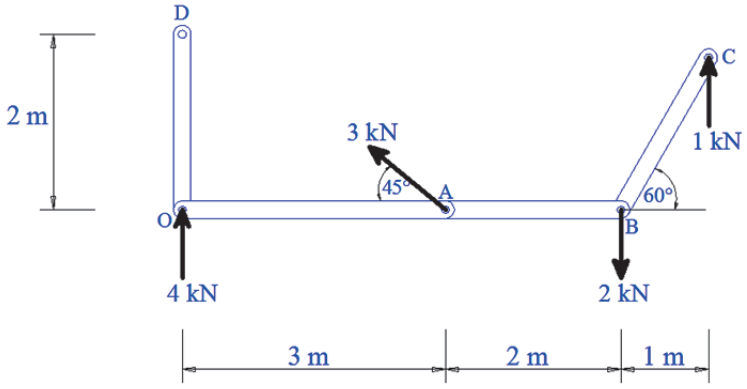
7. ข้อใดคือแรงลัพธ์ ของระบบแรงดังกล่าว

ก. 30°

ข. 42.5°

ค. 60°

ง. 83.1°



(ใช้ตอบคำถามข้อ 8-10)

รูปที่ 2.29

8. ข้อใดคือโมเมนต์ลัพธ์ รอบจุด O

ก. 1.88 kN · m

ข. 1.88 kN · m

ค. 2.36 kN · m

ง. 2.36 kN · m

9. ข้อใดคือโมเมนต์ลัพธ์ รอบจุด D

ก. 1.88 kN · m

ข. 1.88 kN · m

ค. 2.36 kN · m

ง. 2.36 kN · m

10. ข้อใดคือโมเมนต์ลัพธ์ รอบจุด B

ก. 23.24 kN · m

ข. 23.24 kN · m

ค. 63.24 kN · m

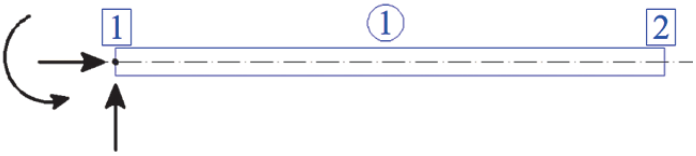
ง. 63.24 kN · m

เฉลย แบบทดสอบ บทที่ 3
จุดรองรับและการจำแนกโครงสร้าง

3-1 จงเขียนรูปอิสระและทำการจำแนกชิ้นส่วนโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 3.13 โดยพิจารณาจากการสถิตยศาสตร์ภายนอก และสถิตยศาสตร์ภายใน (10 คะแนน)

รูปที่ 3.13

วิธีทำ



รูปอิสระ

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายนอก

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

ดังนั้น 3 = 3

เข้ากรณีของ R = 3 **เป็นโครงสร้างอย่างง่าย**

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายใน

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

จำนวนชิ้นส่วน (M) = 1 (สัญลักษณ์วงกลม)

จำนวนจุดต่อ (j) = 2 (สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม)

ดังนั้น $3 + 3(1) = 3(2)$

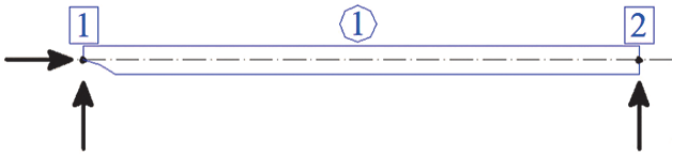
$6 = 6$

เข้ากรณีของ $R + 3M = 3j$ **เป็นโครงสร้างอย่างง่าย**

3-2 จงเขียนรูปอิสระและทำการจำแนกชิ้นส่วนโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 3.14 โดยพิจารณาจากการสถิตยศาสตร์ภายนอก และสถิตยศาสตร์ภายใน (10 คะแนน)

รูปที่ 3.14

วิธีทำ



รูปอิสระ

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายนอก

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

ดังนั้น 3 = 3

เข้ากรณีของ R = 3 **เป็นโครงสร้างอย่างง่าย**

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายใน

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

จำนวนชิ้นส่วน (M) = 1 (สัญลักษณ์วงกลม)

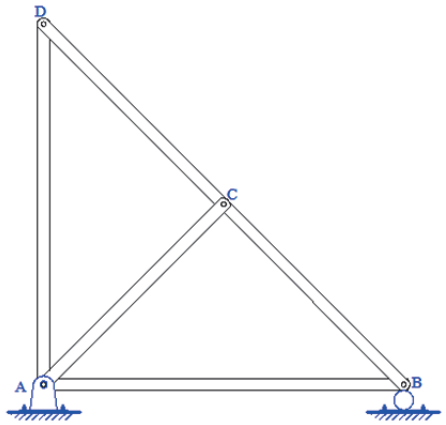
จำนวนจุดต่อ (j) = 2 (สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม)

ดังนั้น 3 + 3(1) = 3(2)

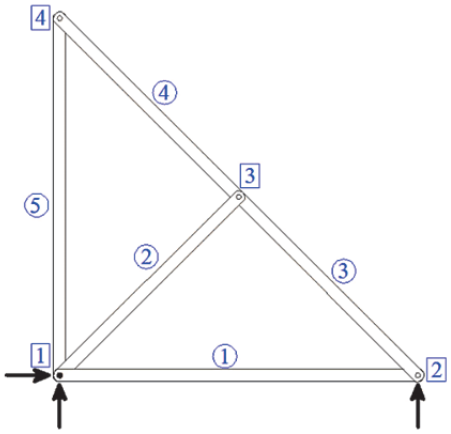
6 = 6

เข้ากรณีของ R + 3M = 3j **เป็นโครงสร้างอย่างง่าย**

3-3 จงเขียนรูปอิสระและทำการจำแนกโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 3.15 โดยพิจารณาจากการสถิตยศาสตร์ภายนอกและสถิตยศาสตร์ภายใน (10 คะแนน)



รูปที่ 3.15



รูปอิสระ

วิธีทำ

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายนอก

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

ดังนั้น 3 = 3

เข้ากรณีของ R = 3 **เป็นโครงสร้างอย่างง่าย**

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายใน

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

จำนวนชิ้นส่วน (M) = 5 (สัญลักษณ์วงกลม)

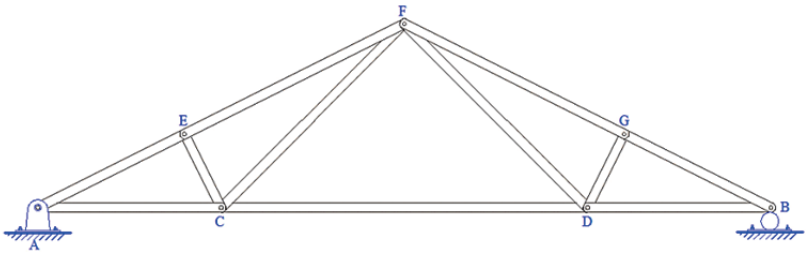
จำนวนจุดต่อ (j) = 4 (สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม)

ดังนั้น 3 + 5 = 2(4)

8 = 8

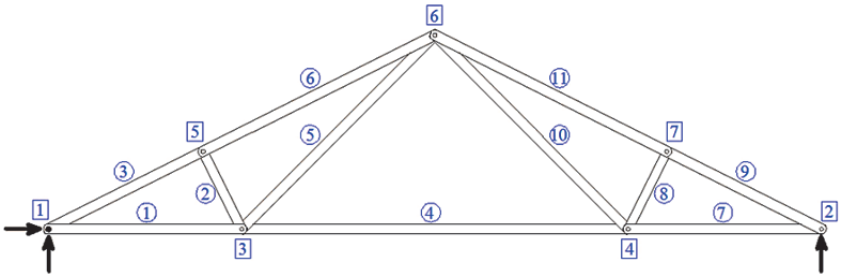
เข้ากรณีของ R + M = 2j **เป็นโครงสร้างอย่างง่าย**

3-4 จงเขียนรูปอิสระและทำการจำแนกโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 3.16 โดยพิจารณาจากการสถิตยศาสตร์ภายนอกและสถิตยศาสตร์ภายใน (10 คะแนน)



รูปที่ 3.16

วิธีทำ



วิธีทำ

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายนอก

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

ดังนั้น 3 = 3

เข้ากรณีของ R = 3 **เป็นโครงสร้างอย่างง่าย**

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายใน

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

จำนวนชิ้นส่วน (M) = 11 (สัญลักษณ์วงกลม)

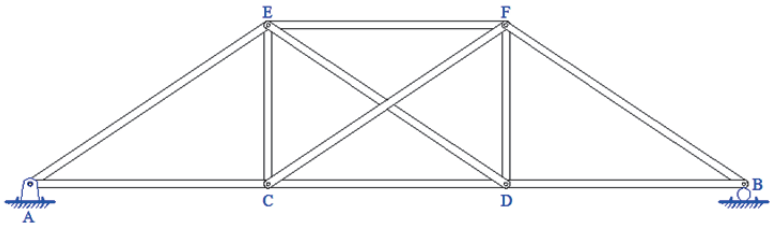
จำนวนจุดต่อ (j) = 7 (สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม)

ดังนั้น 3 + 11 = 2(7)

14 = 14

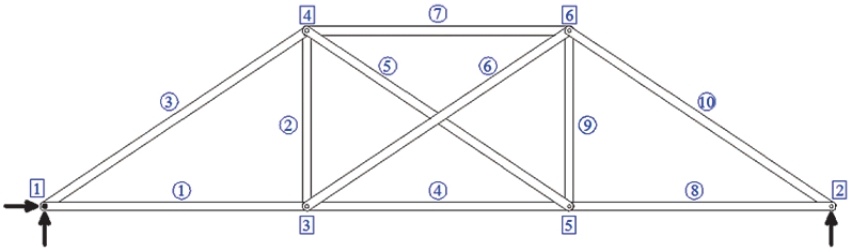
เข้ากรณีของ R + M = 2j **เป็นโครงสร้างอย่างง่าย**

3-5 จงเขียนรูปอิสระและทำการจำแนกโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 3.17 โดยพิจารณาจากการสถิตยศาสตร์ภายนอกและสถิตยศาสตร์ภายใน (10 คะแนน)



รูปที่ 3.17

วิธีทำ



พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายนอก

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

ดังนั้น 3 = 3

เข้ากรณีของ R = 3 **เป็นโครงสร้างอย่างง่าย**

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายใน

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 3

จำนวนชิ้นส่วน (M) = 10 (สัญลักษณ์วงกลม)

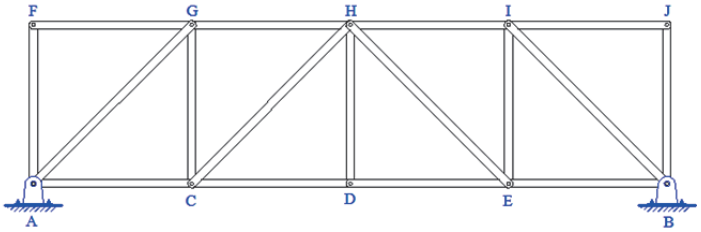
จำนวนจุดต่อ (j) = 6 (สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม)

ดังนั้น $3 + 10 > 2(6)$

$13 > 12$

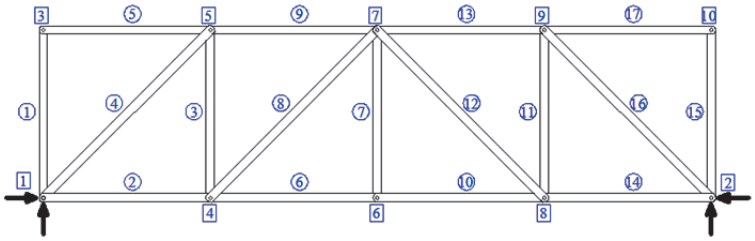
เข้ากรณีของ $R + M > 2j$ **เป็นโครงสร้างอย่างยาก**

3-6 จงเขียนรูปอิสระและทำการจำแนกโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 3.18 โดยพิจารณาจากการสถิตยศาสตร์ภายนอกและสถิตยศาสตร์ภายใน (10 คะแนน)



รูปที่ 3.18

วิธีทำ



พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายนอก

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 4

ดังนั้น 4 > 3

เข้ากรณีของ R > 3 **เป็นโครงสร้างอย่างยาก**

พิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายใน

จำนวนแรงปฏิกิริยา (R) = 4

จำนวนชิ้นส่วน (M) = 17 (สัญลักษณ์วงกลม)

จำนวนจุดต่อ (j) = 10 (สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม)

ดังนั้น 4 + 17 = 2(10)

21 > 20

เข้ากรณีของ R + M > 2j **เป็นโครงสร้างอย่างยาก**

เฉลย แบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 3
จุดรองรับและการจำแนกโครงสร้าง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น (คะแนนรวม20 คะแนน)
คำชี้แจง อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

ใช้ตอบคำถาม ข้อ 1-5

รูปที่ 3.19

1. ที่จุด B เป็นจุดรองรับแบบใด
   ก. บานพับ
   ข. ยึดแน่น
   X ค. ล้อเลื่อน
   ง. ข้อต่อ

2. ที่จุด C เป็นจุดรองรับแบบใด
   X ก. บานพับ
   ข. ยึดแน่น
   ค. ล้อเลื่อน
   ง. ข้อต่อ

3. ที่จุด B จุดรองรับมีจำนวนแรงปฏิกิริยาเท่าใด
   X ก. 1 แรง
   ข. 2 แรง
   ค. 3 แรง
   ง. 4 แรง

4. ที่จุด C จุดรองรับมีจำนวนแรงปฏิกิริยาเท่าใด
   ก. 1 แรง
   X ข. 2 แรง
   ค. 3 แรง
   ง. 4 แรง

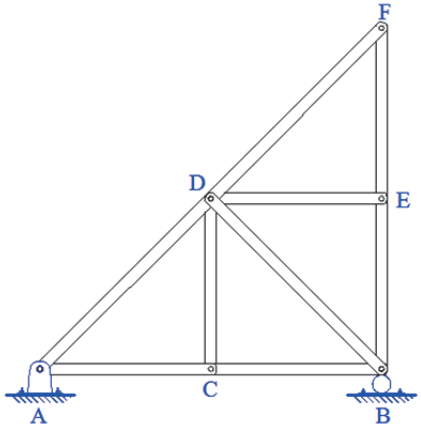
5. แนวเส้นลูกโซ่ หมายถึงอะไร

ก. เส้นประ

ข. จุดศูนย์ถ่วงของรูป

ค. จุดหมุนของโมเมนต์

~~ง.~~ แนวแกนสะเทิน



ใช้ตอบคำถาม ข้อ 6-10

รูปที่ 3.20

6. โครงข้อหมุนมีจำนวนแรงปฏิกิริยาเท่าใด

ก. 1 แรง

ข. 2 แรง

~~ค.~~ 3 แรง

ง. 4 แรง

7. โครงข้อหมุนมีจำนวนชิ้นส่วนโครงสร้างเท่าใด

~~ก.~~ 9

ข. 8

ค. 7

ง. 6

8. โครงข้อหมุนมีจำนวนจุดต่อ เท่าใด

ก. 9

ข. 8

ค. 7

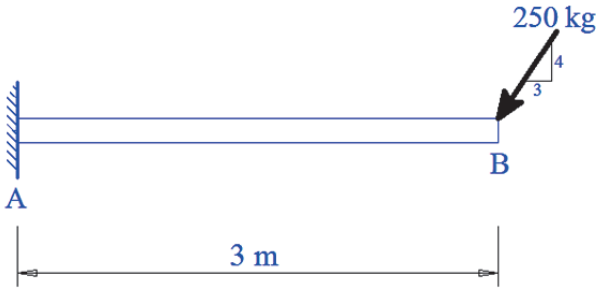
~~ง.~~ 6

9. ในการพิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายนอก เป็นโครงสร้างแบบใด
   ก. ไร้เสถียรภาพ
   ข. อย่างง่าย
   ค. อย่างยาก
   ง. ข้อมูลไม่สมบูรณ์

10. ในการพิจารณาจากสถิตยศาสตร์ภายใน เป็นโครงสร้างแบบใด
   ก. ไร้เสถียรภาพ
   ข. อย่างง่าย
   ค. อย่างยาก
   ง. ข้อมูลไม่สมบูรณ์

เฉลย แบบทดสอบ บทที่ 4
แรงปฏิกิริยาของคาน

4-1 จงแสดงวิธีทำ การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานยื่น แสดงดังรูปที่ 4.18 (10 คะแนน)



รูปที่ 4.18

วิธีทำ

จาก [4-1] $\sum F_x = 0$ กำหนดทิศทาง $\rightarrow$ เป็นค่า +

$$A_x - 150 = 0$$

$$A_x = 150 \text{ kg} \rightarrow$$

จาก [4-2] $\sum F_y = 0$ กำหนดทิศทาง $\uparrow$ เป็นค่า +

$$A_y - 200 = 0$$

$$B_y = 200 \text{ kg} \uparrow$$

จาก [4-3] $\sum M_A = 0$ กำหนดทิศทาง $\circlearrowleft$ เป็นค่า +

$$M_A - 200(3) = 0$$

$$M_A = 600 \text{ kg}\cdot\text{m} \circlearrowleft$$

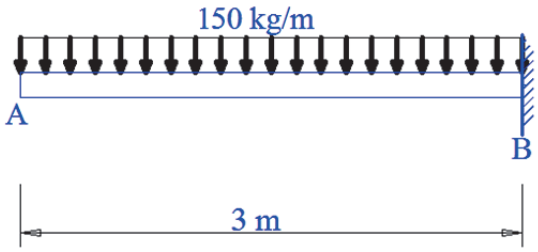
ตรวจสอบ $\sum M_B = 0$ กำหนดทิศทาง $\circlearrowleft$ เป็นค่า +

$$M_A - 200(3) = 0$$

$$600 - 200(3) = 0$$

$$0 = 0 \quad \text{สมการเป็นจริง}$$

4-2 จงแสดงวิธีทำ การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานยื่น แสดงดังรูปที่ 4.19 (10 คะแนน)



รูปที่ 4.19

วิธีทำ

จาก [4-1] $\sum F_x = 0$ กำหนดทิศทาง → เป็นค่า +

$B_x = 0 \rightarrow$

จาก [4-2] $\sum F_y = 0$ กำหนดทิศทาง ↑ เป็นค่า +

$B_y - 450 = 0$

$B_y = 450 \text{ kg} \uparrow$

จาก [4-3] $\sum M_A = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า +

$M_B + 450(1.5) - 450(3) = 0$

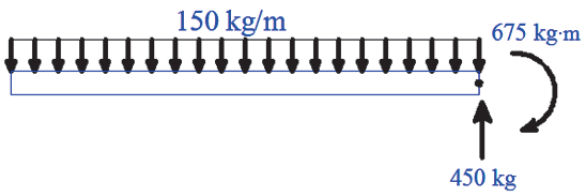
$M_B = 675 \text{ kg}\cdot\text{m}$ ↻

ตรวจสอบ $\sum M_B = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า +

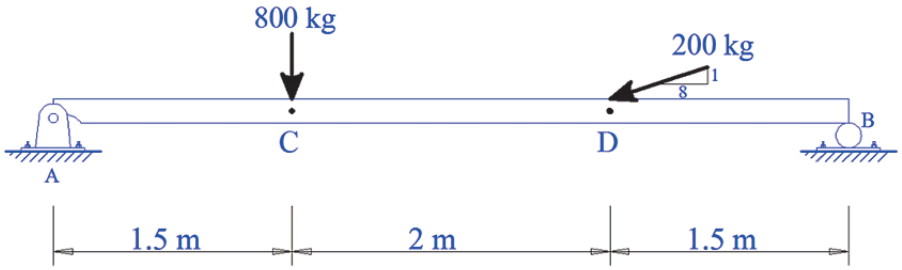
$M_B - 450(1.5) = 0$

$675 - 450(1.5) = 0$

$0 = 0$ สมการเป็นจริง



4-3 จงแสดงวิธีทำ การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียว แสดงดังรูปที่ 4.20 (10 คะแนน)



รูปที่ 4.20

วิธีทำ

จาก [4-1] $\sum F_x = 0$ กำหนดทิศทาง → เป็นค่า +

$$A_x - 198.5 = 0$$

$$A_x = 198.5 \text{ kg} \rightarrow$$

จาก [4-3] $\sum M_A = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า +

$$B_y(5) - 800(1.5) - 24.8(3.5) = 0$$

$$B_y = 257.4 \text{ kg} \uparrow$$

$\sum M_B = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า +

$$-A_y(5) + 24.8(1.5) + 800(3.5) = 0$$

$$A_y = 567.4 \text{ kg} \uparrow$$

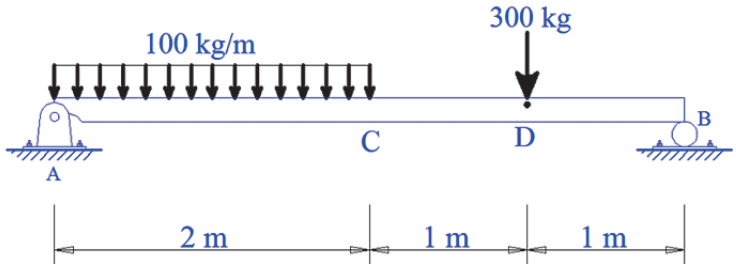
ตรวจสอบ [4-2] $\sum F_y = 0$ กำหนดทิศทาง ↑ เป็นค่า +

$$A_y + B_y - 800 - 24.8 = 0$$

$$567.4 + 257.4 - 800 - 24.8 = 0$$

$$0 = 0$$ สมการเป็นจริง

4-4 จงแสดงวิธีทำ การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียว แสดงดังรูปที่ 4.21 (10 คะแนน)



รูปที่ 4.21

วิธีทำ

จาก [4-1] $\sum F_x = 0$ กำหนดทิศทาง → เป็นค่า +

$$A_x = 0$$

จาก [4-3] $\sum M_A = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า +

$$B_y(4) - 200(1) - 300(3) = 0$$

$$B_y = 275 \text{ kg} \uparrow$$

$\sum M_B = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า +

$$-A_y(4) + 300(1) + 200(3) = 0$$

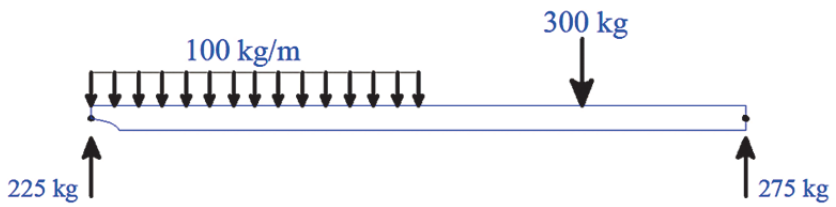
$$A_y = 225 \text{ kg} \uparrow$$

ตรวจสอบ [4-2] $\sum F_y = 0$ กำหนดทิศทาง ↑ เป็นค่า +

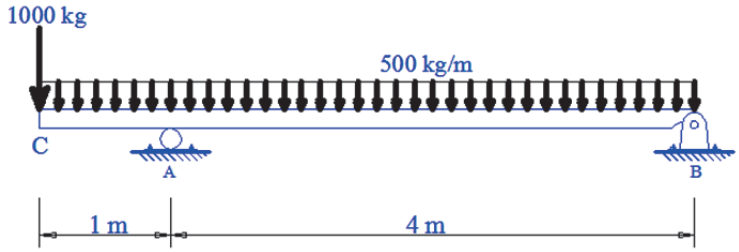
$$A_y + B_y - 200 - 300 = 0$$

$$225 + 275 - 200 - 300 = 0$$

$$0 = 0$$ สมการเป็นจริง



4-5 จงแสดงวิธีทำ การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียวปลายยื่น แสดงดังรูปที่ 4.22 (10 คะแนน)



รูปที่ 4.22

วิธีทำ

จาก [4-1] $\sum F_x = 0$ กำหนดทิศทาง → เป็นค่า +

$$A_x = 0$$

จาก [4-3] $\sum M_A = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า +

$$B_y(4) + 500(0.5) + 1000(1) - 2000(2) = 0$$

$$B_y = 687.5 \text{ kg} \uparrow$$

$\sum M_B = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า

$$-A_y(4) + 2000(2) + 500(4.5) + 1000(5) = 0$$

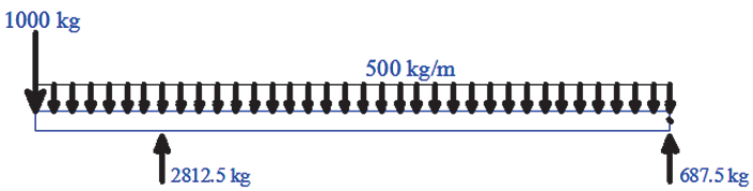
$$A_y = 2812.5 \text{ kg} \uparrow$$

ตรวจสอบ [4-2] $\sum F_y = 0$ กำหนดทิศทาง ↑ เป็นค่า +

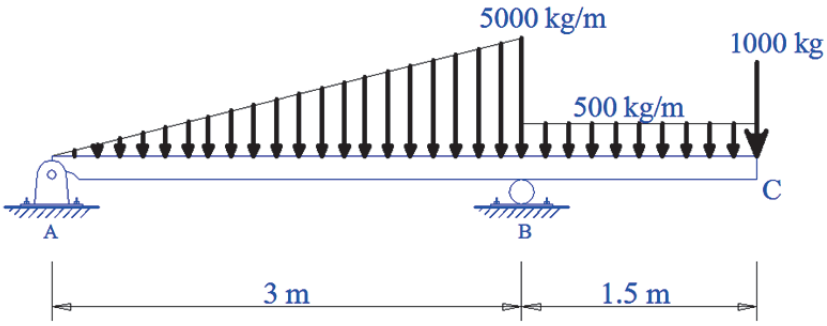
$$A_y + B_y - 1000 - 500 - 2000 = 0$$

$$2812.5 + 687.5 - 1000 - 500 - 2000 = 0$$

$0 = 0$ สมการเป็นจริง



4-6 จงแสดงวิธีทำ การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียวปลายยื่น แสดงดังรูปที่ 4.23 (10 คะแนน)



รูปที่ 4.23

วิธีทำ

จาก [4-1] $\sum F_x = 0$ กำหนดทิศทาง → เป็นค่า +

$$A_x = 0$$

จาก [4-3] $\sum M_A = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า +

$$B_y(3) - 7500(2) - 750(3.75) - 1000(4.5) = 0$$

$$B_y = 7437.5 \text{ kg} \uparrow$$

$\sum M_B = 0$ กำหนดทิศทาง ↻ เป็นค่า +

$$-A_y(3) + 7500(1) - 750(0.75) - 1000(1.5) = 0$$

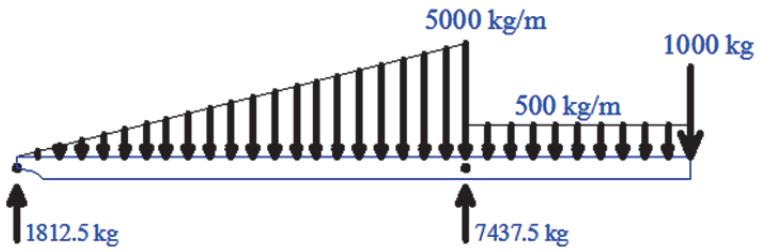
$$A_y = 1812.5 \text{ kg} \uparrow$$

ตรวจสอบ [4-2] $\sum F_y = 0$ กำหนดทิศทาง ↑ เป็นค่า +

$$A_y + B_y - 7500 - 750 - 1000 = 0$$

$$1812.5 + 7437.5 - 7500 - 750 - 1000 = 0$$

$$0 = 0$$ สมการเป็นจริง



เฉลย แบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 4

แรงปฏิกิริยาของคาน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น (คะแนนรวม20 คะแนน)

คำชี้แจง อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

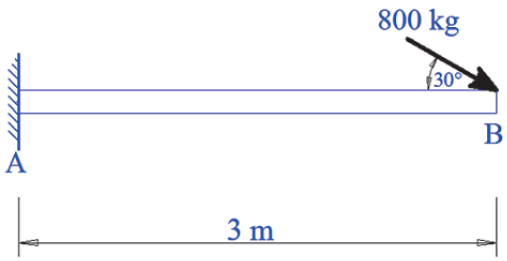
1. ข้อใดคือแรงกระทำแบบจุด กับโครงสร้าง
   - ก. น้ำหนักผนังก่ออิฐ
   - ข. น้ำหนักตัวคาน
   - ~~ค.~~ น้ำหนักของเครื่องจักรหนัก
   - ง. น้ำหนักตู้เสื้อผ้า

2. น้ำหนักผนังก่ออิฐ กระทำกับคานในลักษณะใด
   - ~~ก.~~ กระจายเป็นบริเวณสม่ำเสมอ
   - ข. กระจายเป็นบริเวณแคบๆ
   - ค. กระจายแบบไม่สม่ำเสมอ
   - ง. กระจายแบบไม่เป็นระเบียบ

3. น้ำหนักกระจายแบบสม่ำเสมอ กระทำกับคานในลักษณะใด
   - ~~ก.~~ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
   - ข. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
   - ค. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
   - ง. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

4. ข้อใดคือความหมายของการสมดุล
   - ~~ก.~~ ผลรวมของแรงและผลรวมผลของแรง เป็นศูนย์
   - ข. ผลรวมของแรงในแนวแกน เท่ากับ ศูนย์
   - ค. ผลรวมของโมเมนต์ต้านทานเท่ากับศูนย์
   - ง. ผลรวมของโมเมนต์แรงปฏิกิริยา มีค่าศูนย์

5. ข้อใดไม่ใช่สมการสมดุล
   - ก. $\sum F_x = 0$
   - ข. $\sum F_y = 0$
   - ~~ค.~~ $\sum FM = 0$
   - ง. $\sum M = 0$



ใช้ตอบคำถาม ข้อ 6-8

รูปที่ 4.24

6. ข้อใดคือแรงปฏิกิริยา A_x

ก. 392.8 kg →

~~ข~~. 692.8 kg ←

ค. 392.8 kg ←

ง. 692.8 kg →

7. ข้อใดคือแรงปฏิกิริยา A_y

ก. 200 kg ↑

~~ข~~. 400 kg ↓

ค. 200 kg ↓

ง. 400 kg ↑

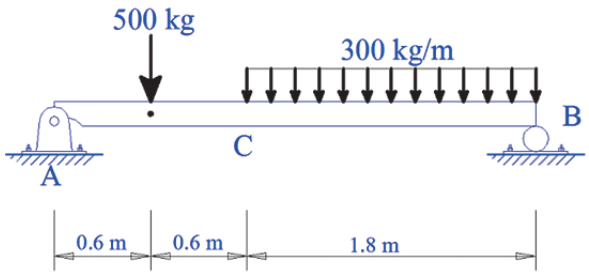
8. ข้อใดคือแรงปฏิกิริยา M_A

~~ก~~. 1200 kg · m ↻

ข. 1800 kg · m ↺

ค. 1200 kg · m ↺

ง. 1800 kg · m ↻



ใช้ตอบคำถาม ข้อ 9-10

รูปที่ 4.25

9. ข้อใดคือแรงปฏิกิริยา A_y

ก. 478 kg ↑

ข. 562 kg ↓

ค. 478 kg ↓

~~ง.~~ 562 kg ↑

10. ข้อใดคือแรงปฏิกิริยา B_y

~~ก.~~ 478 kg ↑

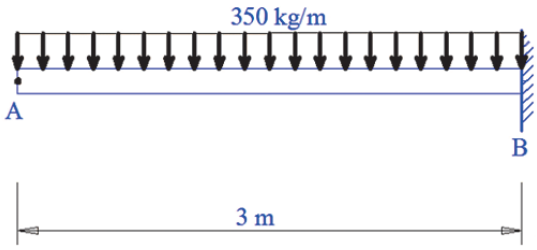
ข. 562 kg ↓

ค. 478 kg ↓

ง. 562 kg ↑

เฉลย แบบทดสอบ บทที่ 5
แรงภายในคาน

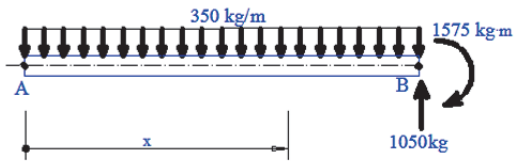
5.1 คานยื่น แสดงดังรูป 5.32 จงสร้างฟังก์ชันพร้อมกับเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

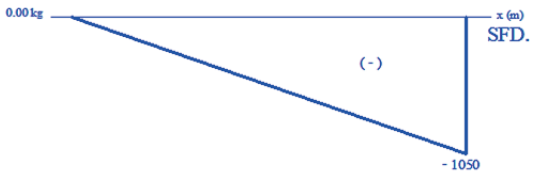


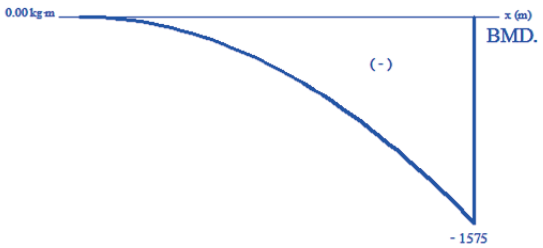
รูปที่ 5.32

วิธีทำ

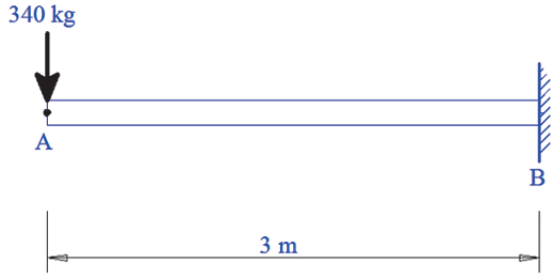
x	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$V = -350(x)$	0	-175	-350	-525	-700	-875	-1050
$M = -175\left(x^2\right)$	0	-43.8	-175	-393.8	-700	-1093.8	-1575







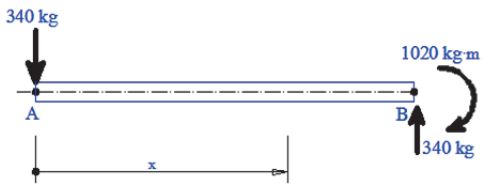
5.2 คานยื่น แสดงดังรูป 5.33 จงสร้างฟังก์ชันพร้อมกับเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

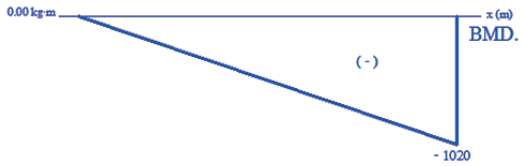


รูปที่ 5.33

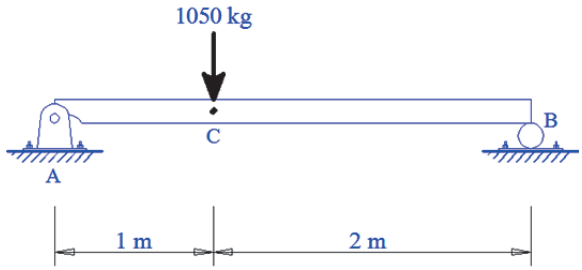
วิธีทำ

x	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$V = -340$	0	-340	-340	-340	-340	-340	-340
$M = -340\,(x)$	0	-170	-340	-510	-680	-850	-1020





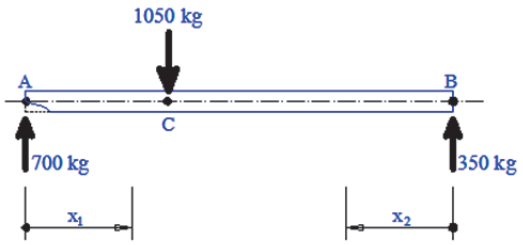
5.3 คานช่วงเดียว แสดงดังรูป 5.34 จงสร้างฟังก์ชันพร้อมกับเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

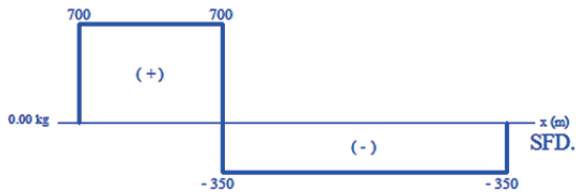


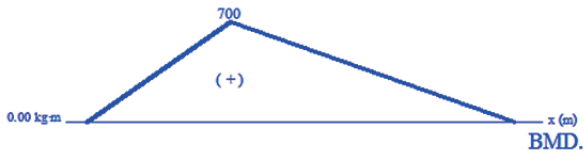
รูปที่ 5.34

วิธีทำ

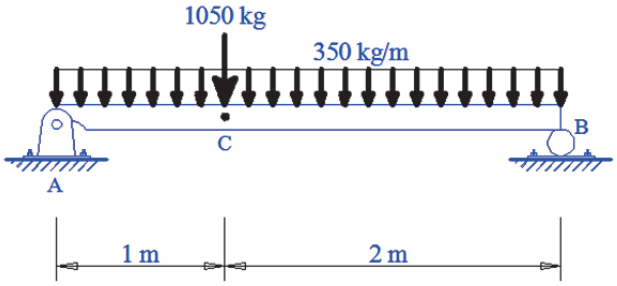
x จากซ้ายไปขวา	0	0.5	1				
x จากขวาไปซ้าย			2	1.5	1	0.5	0
$V = 700$	700	700	700				
$V = -350$			-350	-350	-350	-350	-350
$M = 700\ (x_1)$	0	350	700				
$M = 350\ (x_2)$			700	525	350	175	0







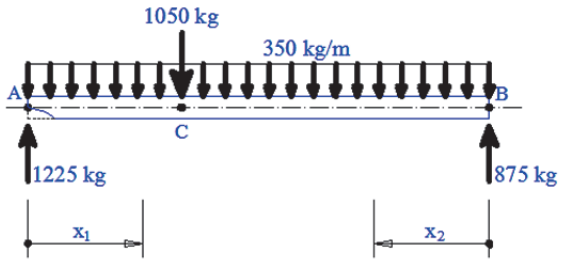
5.4 คานช่วงเดียว แสดงดังรูป 5.35 จงสร้างฟังก์ชันพร้อมกับเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

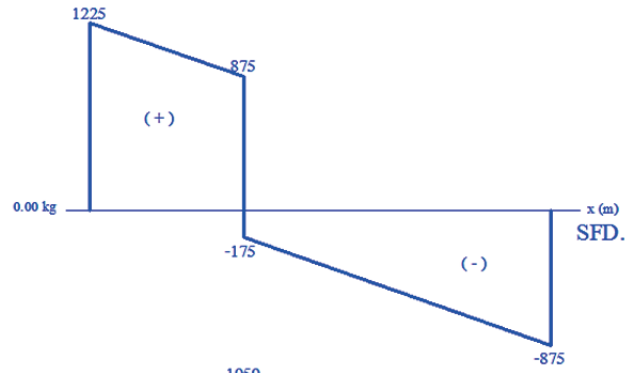


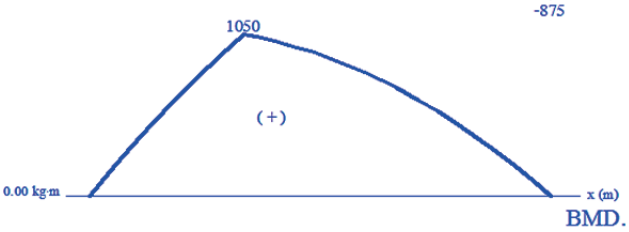
รูปที่ 5.35

วิธีทำ

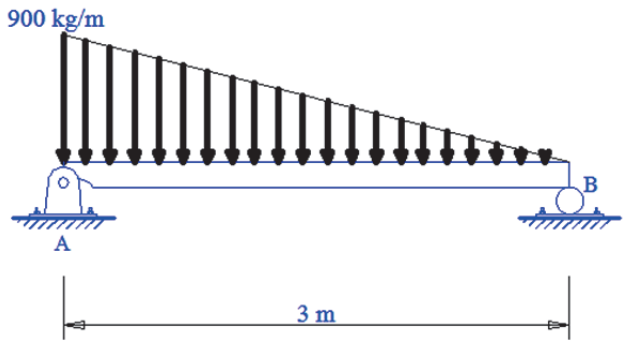
x จากซ้ายไปขวา	0	0.5	1				
x จากขวาไปซ้าย			2	1.5	1	0.5	0
$V=-350(x_1)+1225$	1225	1050	875				
$V=350(x_2)-875$			-175	-350	-525	-700	-875
$M=-175(x_1^2)+1225(x_1)$	0	568.8	1050				
$M=-175(x_2^2)+875(x_2)$			1050	918.8	700	393.8	0







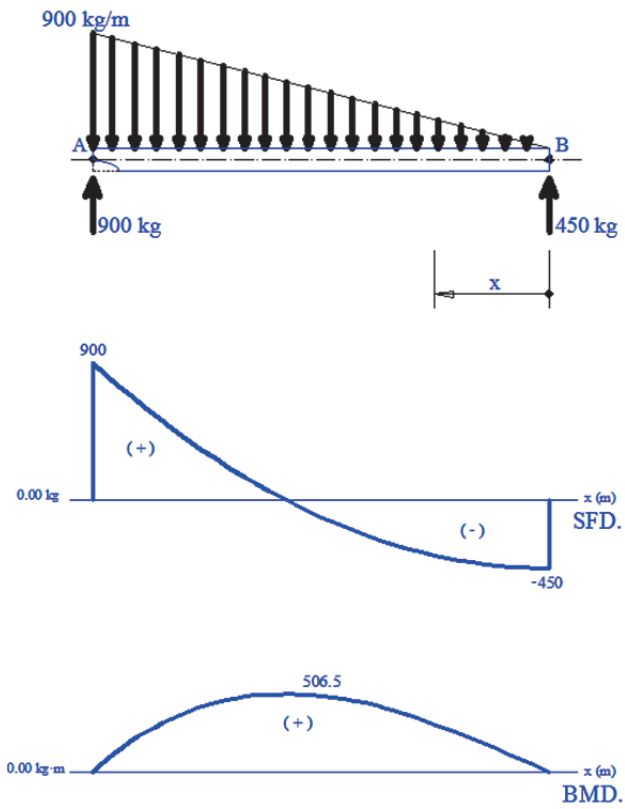
5.5 คานช่วงเดียว แสดงดังรูป 5.36 จงสร้างฟังก์ชันพร้อมกับเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด



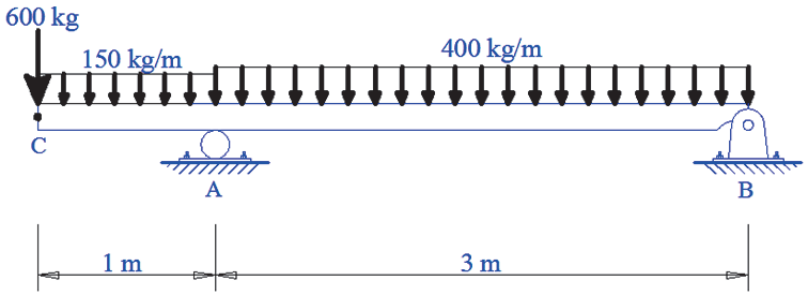
รูปที่ 5.36

วิธีทำ

x จากขวาไปซ้าย	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0
$V = 150x^2 - 450$	900	487.5	150	-112.5	-300	-412.5	-450
$M = -50(x^3) + 450(x)$	0	343.8	500	506.3	400	218.8	0



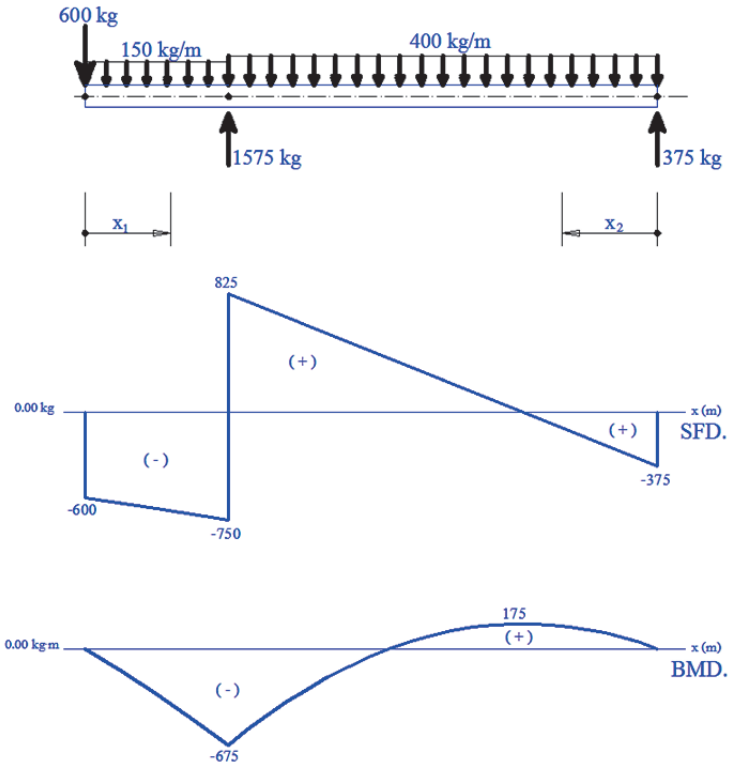
5.6 คานช่วงเดียว แสดงดังรูป 5.37 จงสร้างฟังก์ชันพร้อมกับเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด



รูปที่ 5.37

วิธีทำ

x จากซ้ายไปขวา	0	0.5	1						
x จากขวาไปซ้าย			3	2.5	2	1.5	1	0.5	0
$V = -150(x_1) - 600$	-600	-675	-750						
$V = 400(x_2) - 375$			825	625	425	225	25	-175	-375
$M = -75(x_1^2) - 600(x_1)$	0	-318.8	-675						
$M = -200(x_2^2) + 375(x_2)$			-675	-312.5	-50	112.5	175	137.5	0



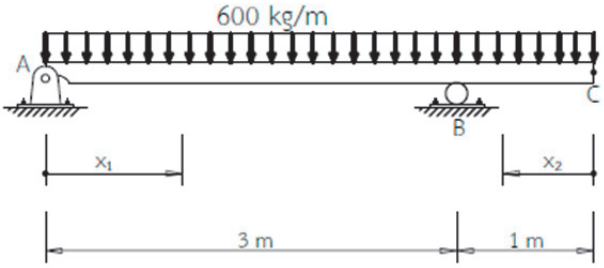
เฉลย แบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 5

แรงภายในคาน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น (คะแนนรวม20 คะแนน)

คำชี้แจง อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

จงใช้รูปที่ 5.38 ตอบคำถามข้อ 1 - 5



รูปที่ 5.38

1. ข้อใดคือสมการของแรงเฉือนในเทอมของ x_1

   ก. $V = -600x_1 + 800$

   ข. $V = 600x_1 - 800$

   ค. $V = -600x_1 + 1600$

   ง. $V = 600x_1 - 1600$

2. ข้อใดคือสมการของแรงเฉือนในเทอมของ x_2

   ก. $V = -600x_2 + 800$

   ข. $V = 600x_2 - 800$

   ค. $V = -600x_2 + 1600$

   ง. $V = 600x_2 - 1600$

3. ข้อใดคือสมการของโมเมนต์ดัดในเทอมของ x_1

   ก. $M = -300x_1^2 + 800x_1$

   ข. $M = -300x_1^2 + 1600x_1$

   ค. $M = 300x_1^2 - 800x_1$

   ง. $M = 300x_1^2 - 1600x_1$

4. ข้อใดคือสมการของโมเมนต์ดัดในเทอมของ x_2

   ก. $M = -300x_2^2 + 800x_2$

   ข. $M = -300x_2^2 + 1600x_2$

   ค. $M = 300x_2^2 - 800x_2$

   ง. $M = 300x_2^2 - 1600x_2$

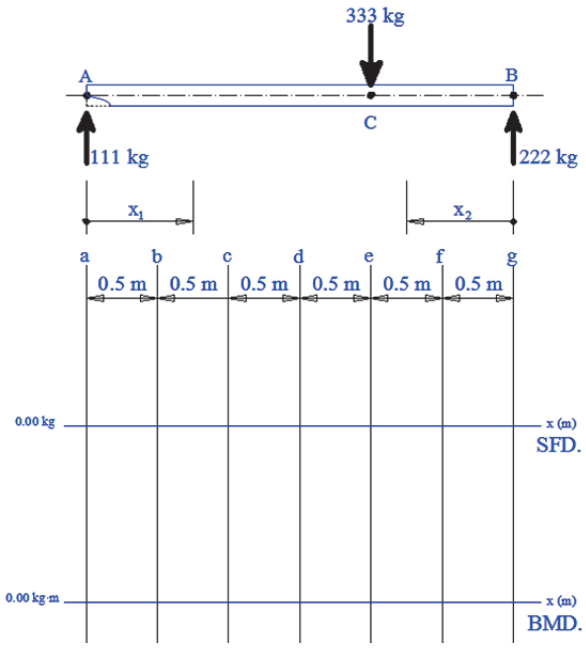
5. ข้อใดคือค่าโมเมนต์ดัดที่ตำแหน่งระยะ 2 m จากซ้ายมือ

ก. $200\ \mathrm{kg \cdot m}$

ข. $1200\ \mathrm{kg \cdot m}$

ค. $400\ \mathrm{kg \cdot m}$

ง. $1400\ \mathrm{kg \cdot m}$



รูปที่ 5.38

จงใช้รูปที่ 5.38 ตอบคำถามข้อ 6 - 10

6. ข้อใดเป็นฟังก์ชันแรงเฉือนที่ระยะ a - e

ก. $V = 111$

ข. $V = -222$

ค. $M = 111\,(x_1)$

ง. $M = 222\,(x_2)$

7. ข้อใดเป็นฟังก์ชันโมเมนต์ดัดที่ระยะ g - e

ก. $V = 111$

ข. $V = -222$

ค. $M = 111\,(x_1)$

ง. $M = 222\,(x_2)$

8. ข้อใดคือค่าแรงเฉือนที่จุด e

ก. 111 kg

ข. -222 kg

ค. 111 kg และ 222 kg

ง. 111 kg และ -222 kg

9. ข้อใดคือค่าโมเมนต์ดัดที่จุด e

ก. 0 kg-m

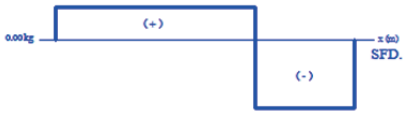
ข. 111 kg-m

ค. 222 kg-m

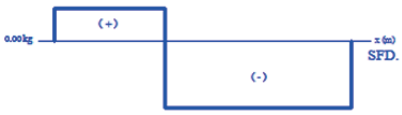
ง. 333 kg-m

10. ข้อใดคือแผนภาพแรงเฉือน

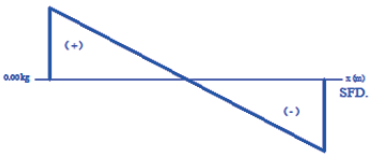
ก.



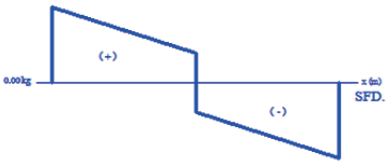
ข.



ค.

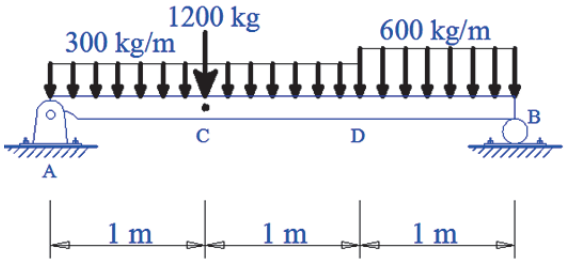


ง.



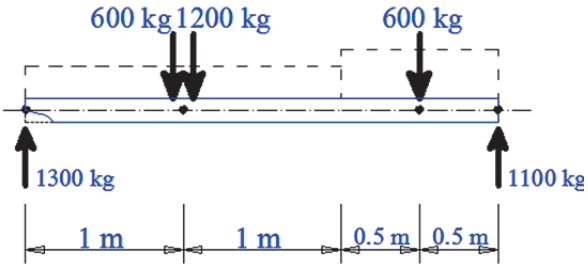
เฉลย แบบทดสอบ บทที่ 6
ความสัมพันธ์แรงภายในคานและน้ำหนักบรรทุก

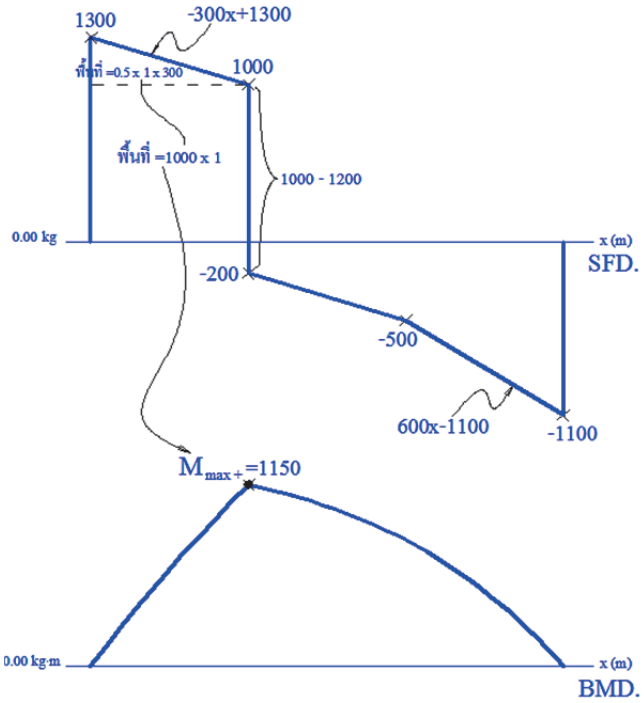
6.1 คานช่วงเดียว แสดงดังรูป 6.21 จงเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดพร้อมกับหาค่าสูงสุด



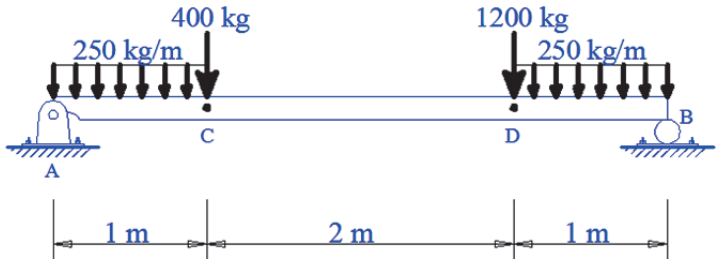
รูปที่ 6.21

วิธีทำ



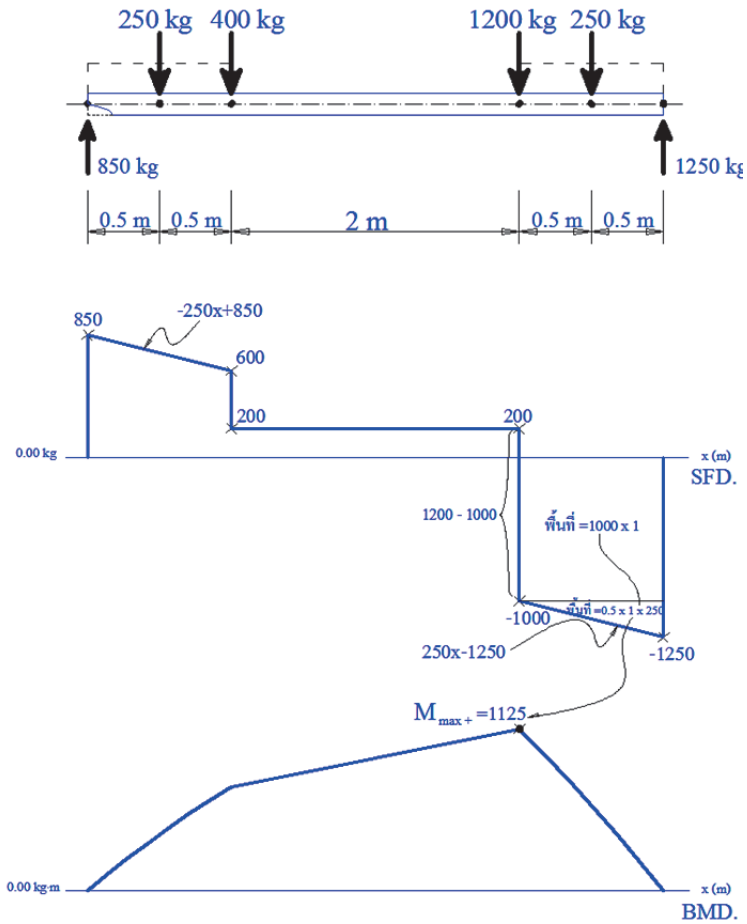


6.2 คานช่วงเดียว แสดงดังรูป 6.22 จงเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดพร้อมกับหาค่าสูงสุด

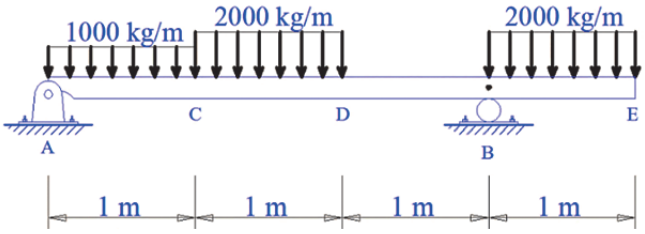


รูปที่ 6.22

วิธีทำ

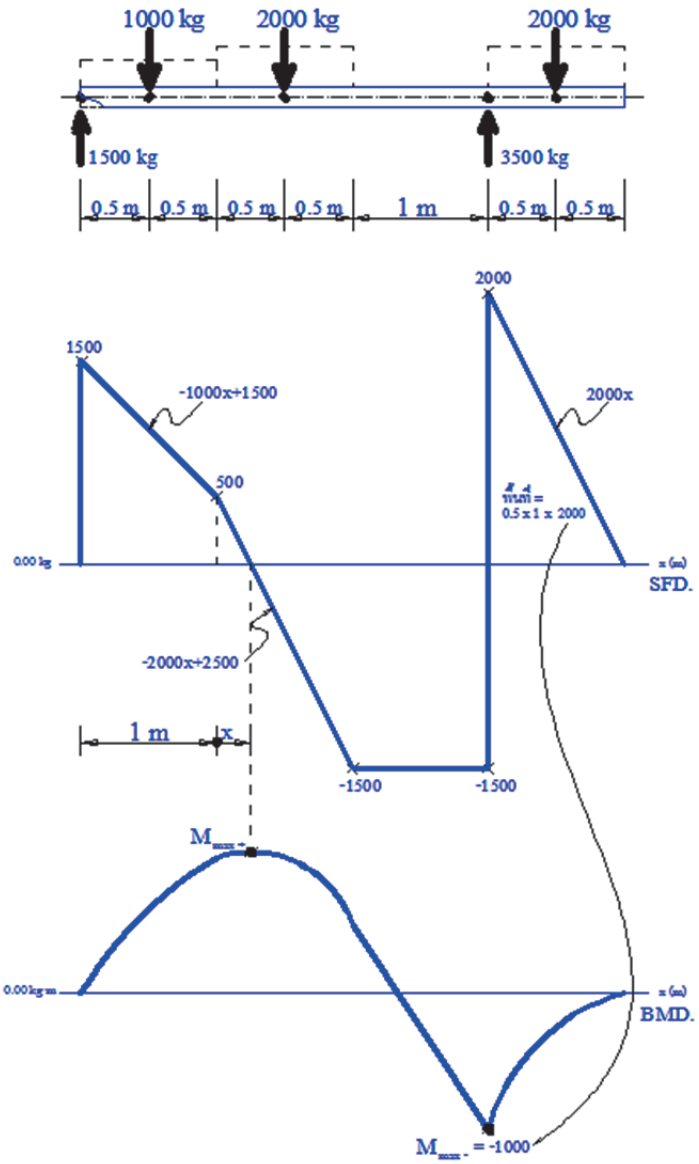


6.3 คานช่วงเดียวปลายยื่น แสดงดังรูป 6.23 จงเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดพร้อมกับหาค่าสูงสุด



รูปที่ 6.23

วิธีทำ



คำนวณหาโมเมนต์ดัดสูงสุด ที่ตำแหน่งระยะ x

ค่าแรงเฉือนเป็นศูนย์ $1500 - 1000(1) - 2000\,x = 0$

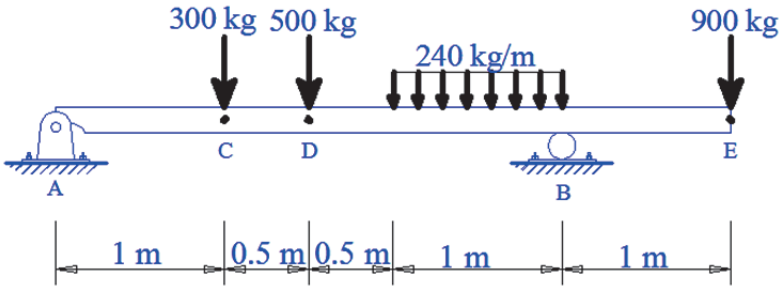
$$x = \frac{500}{2000} = 0.25\,\text{m}$$

โมเมนต์ดัดสูงสุด (ค่าบวก) ที่ตำแหน่งระยะ 1.25 m เท่ากับ

$$1500(1.25) - 1000(1)(0.75) - 2000(0.25)(0.125) = 1062.5 \quad \text{kg}\cdot\text{m}$$

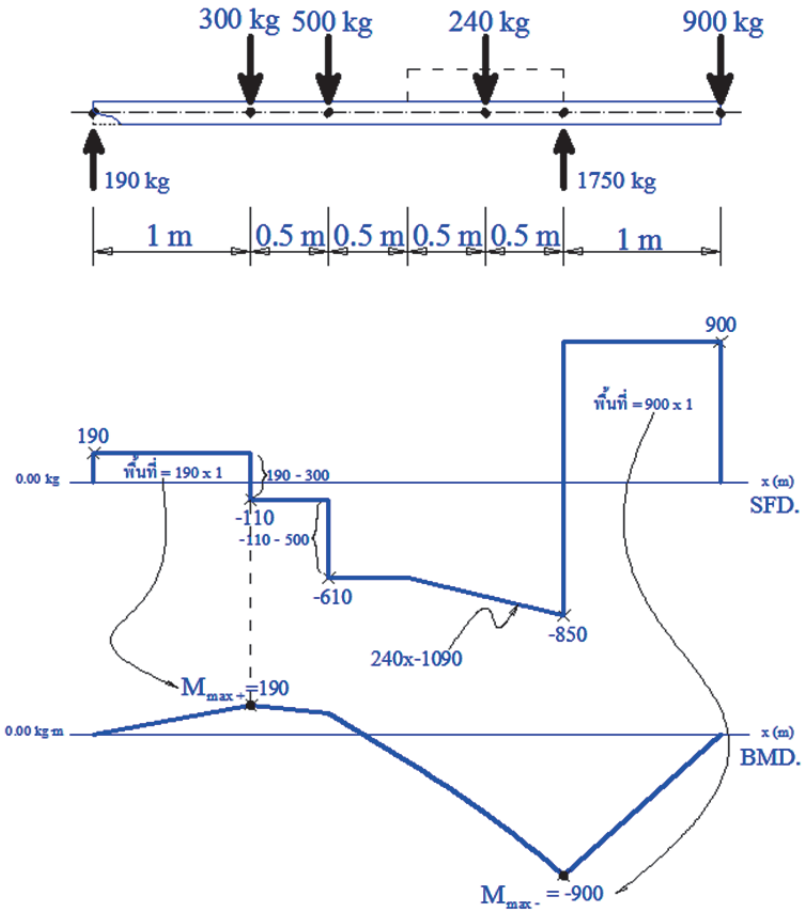
โมเมนต์ดัดสูงสุด (ค่าลบ) ที่ตำแหน่งระยะ 3 m เท่ากับ $= 1000 \quad \text{kg}\cdot\text{m}$

6.4 คานช่วงเดียวปลายยื่น แสดงดังรูป 6.24 จงเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดพร้อมกับหาค่าสูงสุด

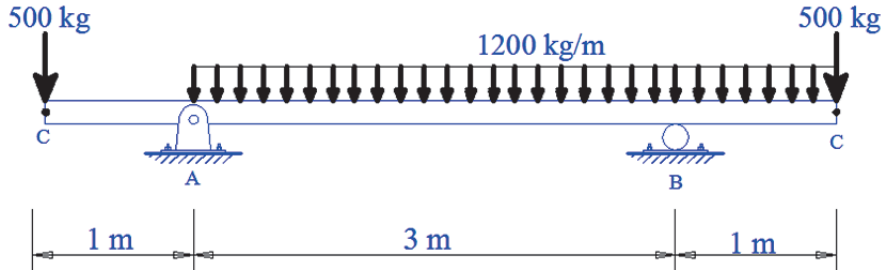


รูปที่ 6.24

วิธีทำ

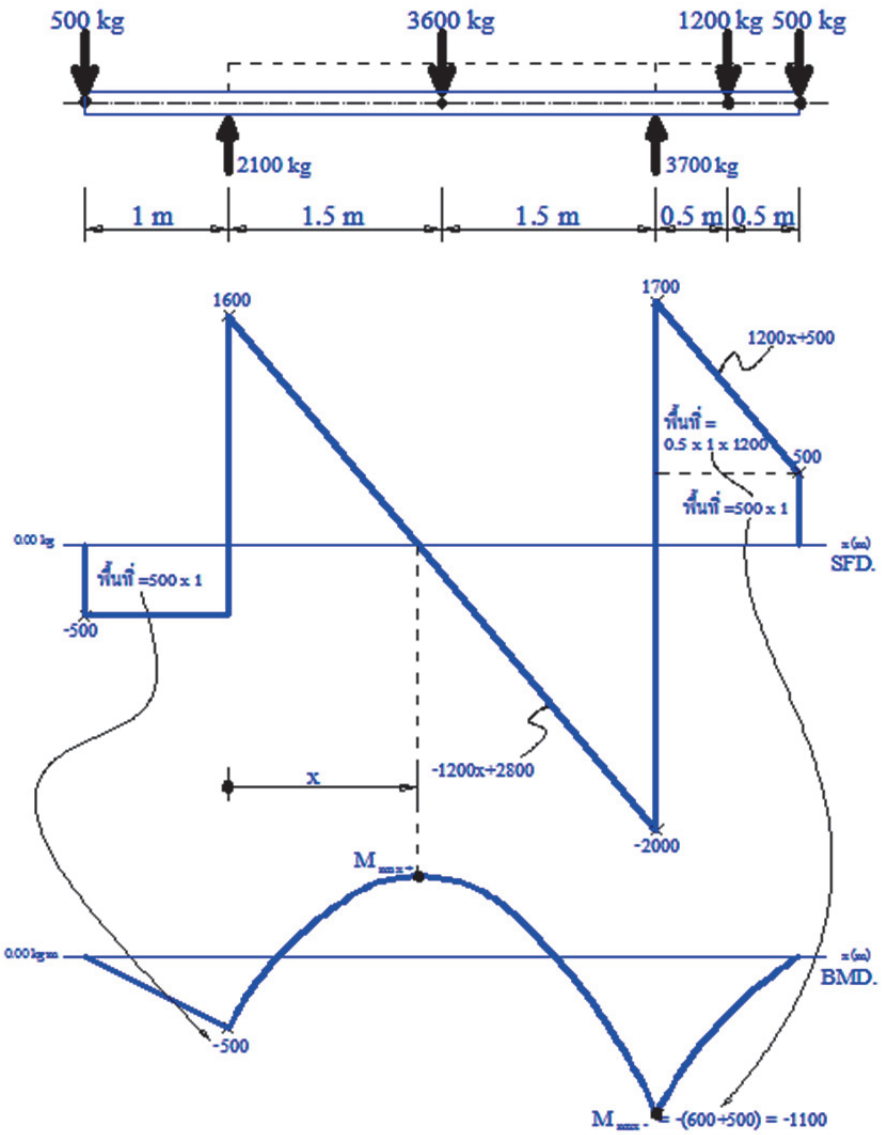


6.5 คานช่วงเดียวปลายยื่น แสดงดังรูป 6.25 จงเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดพร้อมกับหาค่าสูงสุด



รูปที่ 6.25

วิธีทำ



ค่าแรงเฉือนเป็นศูนย์ $-1200x + 2800 = 0$

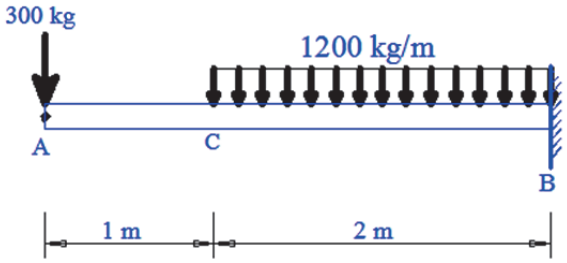
$$x = \frac{2800}{1200} = 2.33\,\text{m}$$

โมเมนต์ดัดสูงสุด (ค่าบวก) ที่ตำแหน่งระยะ 2.33 m เท่ากับ

$$-(500 \text{ x } 1)+(0.5 \text{ x } 1600 \text{ x } 1.33)=564 \quad \text{kg}\cdot\text{m}$$

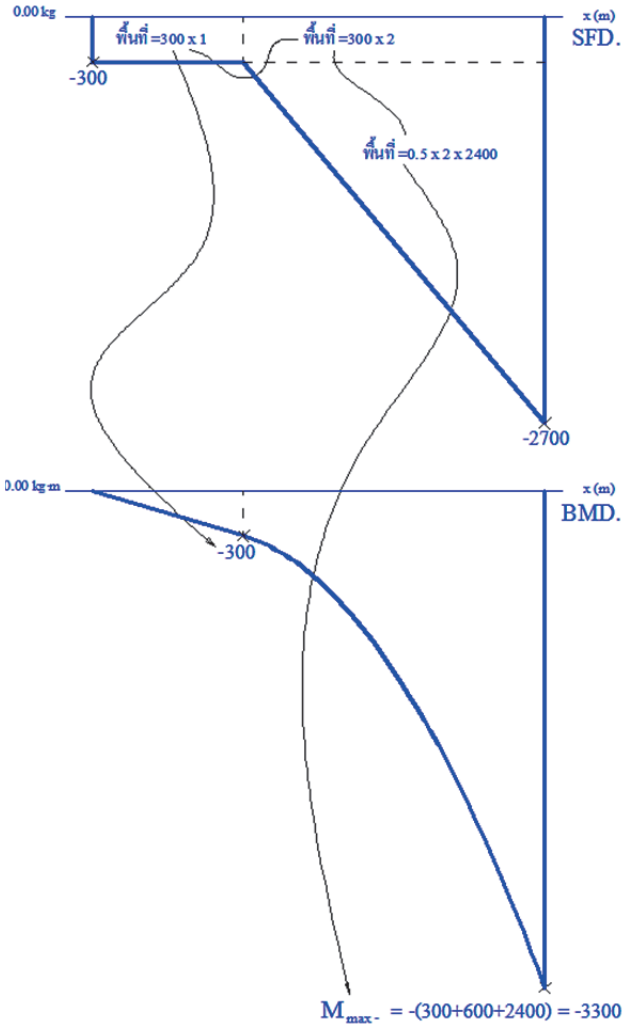
โมเมนต์ดัดสูงสุด (ค่าลบ) ที่ตำแหน่งระยะ 4 m เท่ากับ $=1100 \quad \text{kg}\cdot\text{m}$

6.6 คานช่วงยื่น แสดงดังรูป 6.26 จงเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดพร้อมกับหาค่าสูงสุด



รูปที่ 6.26

วิธีทำ



เฉลย แบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 6

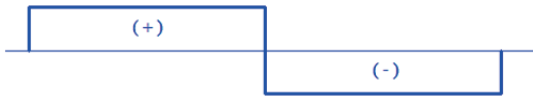
ความสัมพันธ์ของแรงภายในคานและน้ำหนักบรรทุก

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น (คะแนนรวม20 คะแนน)

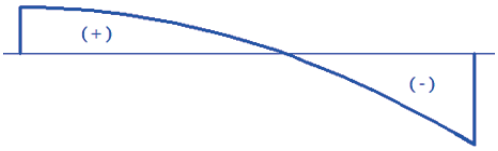
คำชี้แจง อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

1. ข้อใดเป็นแผนภาพแรงเฉือนที่เกิดจากแรงเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกแบบจุด

ก.

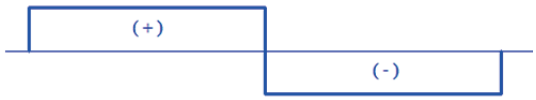
ข.


ค.

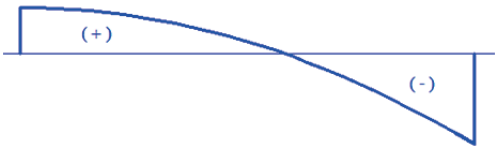
ง.


2. ข้อใดเป็นแผนภาพแรงเฉือนที่เกิดจากแรงเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกแบบกระจายสม่ำเสมอ

ก.

ข.


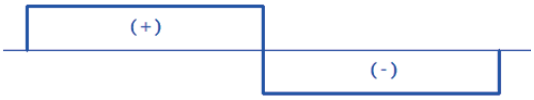
ค.

ง.


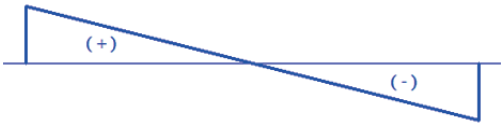
3. ข้อใดเป็นแผนภาพแรงเฉือนที่เกิดจากแรงเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกแบบกระจายเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอ

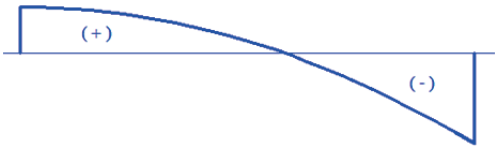
ก.

ข.

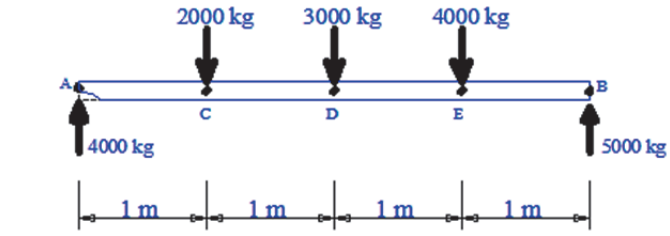


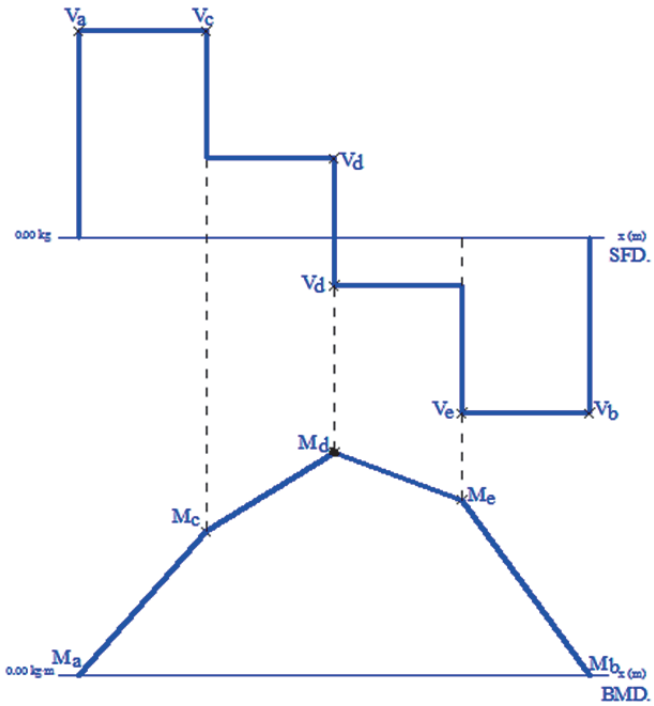
ค.





รูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 4 -10





4. แรงเฉือน V_a มีค่าเท่าใด

   ก. 0 kg และ 4000 kg

   ข. 4000 kg และ 2000 kg

   ค. 2000 kg และ -1000 kg

   ง. -1000 kg และ -5000 kg

5. แรงเฉือน V_c มีค่าเท่าใด

   ก. 0 kg และ 4000 kg

   ข. 4000 kg และ 2000 kg

   ค. 2000 kg และ -1000 kg

   ง. -1000 kg และ -5000 kg

6. โมเมนต์ดัด M_c มีค่าเท่าใด

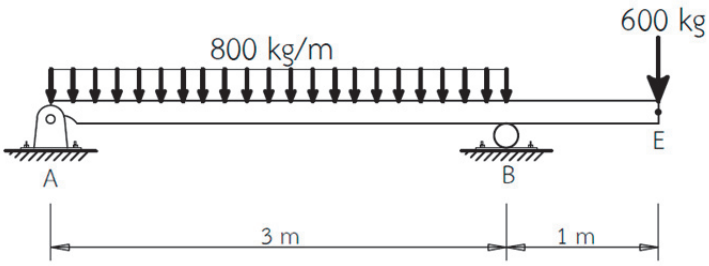
   ก. (4000 x 1) = 4000 kg

   ข. (4000 x 1)+(2000 x 1) = 6000 kg

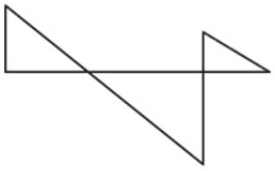
   ค. (5000 x 1) = 6000 kg

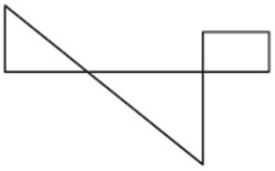
   ง. 0 kg

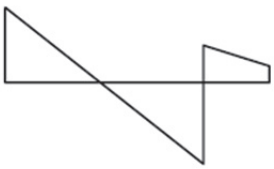
รูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7 -10

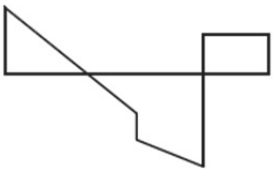


7. ข้อใดคือแผนภาพแรงเฉือนของคานดังกล่าว

ก.


ข.


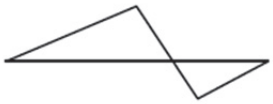
ค.


ง.


8. ข้อใดคือแผนภาพโมเมนต์ดัดของคานดังกล่าว

ก.

ข.

ค. 

ง.

9. ข้อใดคือระยะที่เกิดตำแหน่งโมเมนต์ดัดสูงสุด

ก. ที่ระยะ 0.25 m จากจุด A

ข. ที่ระยะ 1.25 m จากจุด A

ค. ที่ระยะ 1.00 m จากจุด C

ง. ที่ระยะกึ่งกลางคาน

10. ข้อใดคือค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด

ก. $480\ \mathrm{kg \cdot m}$

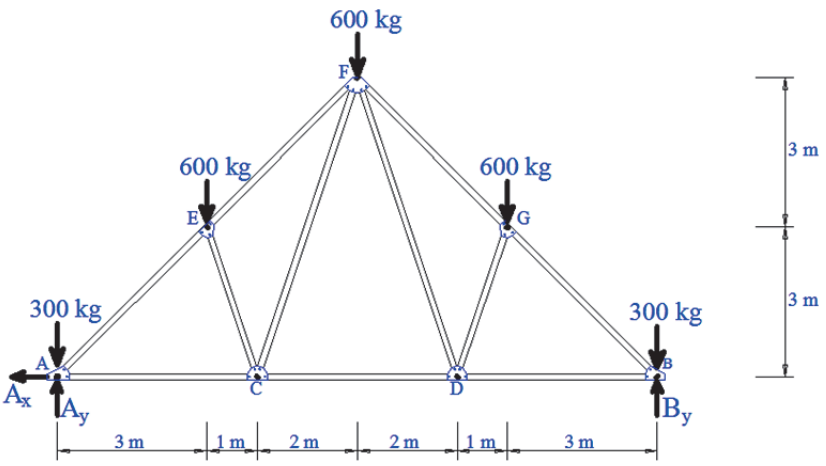
ข. $1000\ \mathrm{kg \cdot m}$

ค. $625\ \mathrm{kg \cdot m}$

ง. $1800\ \mathrm{kg \cdot m}$

เฉลย แบบทดสอบ บทที่ 7
แรงปฏิกิริยาของโครงข้อหมุน

7.1 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 7.20 จงคำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ (10 คะแนน)



รูปที่ 7.20

วิธีทำ

จาก [4-1] $\sum F_x = 0 \quad (+) \rightarrow$

$$A_x = 0$$

จาก [4-3] $\sum M_A = 0 \quad (+) \circlearrowright$

$$B_y(12) - 300(12) - 600(9) - 600(6) - 600(3) = 0$$

$$B_y = 1200 \text{ kg} \uparrow$$

$\sum M_B = 0 \quad (+) \circlearrowright$

$$-A_y(12) + 300(12) + 600(9) + 600(6) + 600(3) = 0$$

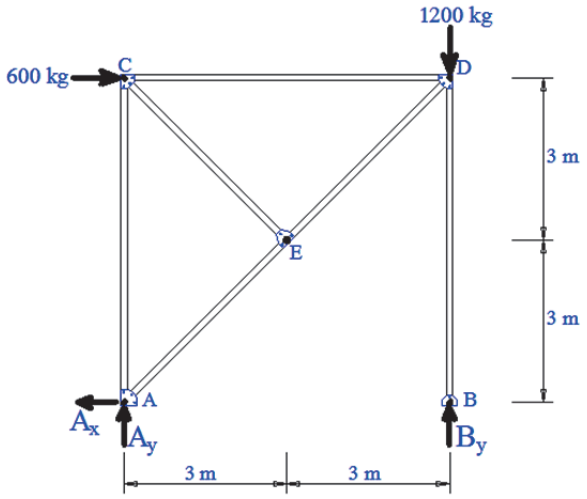
$$A_y = 1200 \text{ kg} \uparrow$$

ตรวจสอบ [4-2] $\sum F_y = 0 \quad (+) \uparrow$

$$A_y + B_y - 300 - 600 - 600 - 600 - 300 = 0$$

$0 = 0$ สมการเป็นจริง

7.2 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 7.21 จงคำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ (10 คะแนน)



รูปที่ 7.21

วิธีทำ

จาก [4-1]

$$\sum F_x = 0 \quad (+) \rightarrow$$

$$-A_x + 600 = 0$$

$$A_x = 600 \text{ kg} \leftarrow$$

จาก [4-3]

$$\sum M_A = 0 \quad (+) \circlearrowright$$

$$B_y(12) - 1200(6) - 600(6) = 0$$

$$B_y = 1800 \text{ kg} \uparrow$$

$$\sum M_B = 0 \quad (+) \circlearrowright$$

$$-A_y(6) - 600(6) = 0$$

$$A_y = -600 \text{ kg}$$

$$A_y = 600 \text{ kg} \downarrow$$ (แก้ไขทิศทาง)

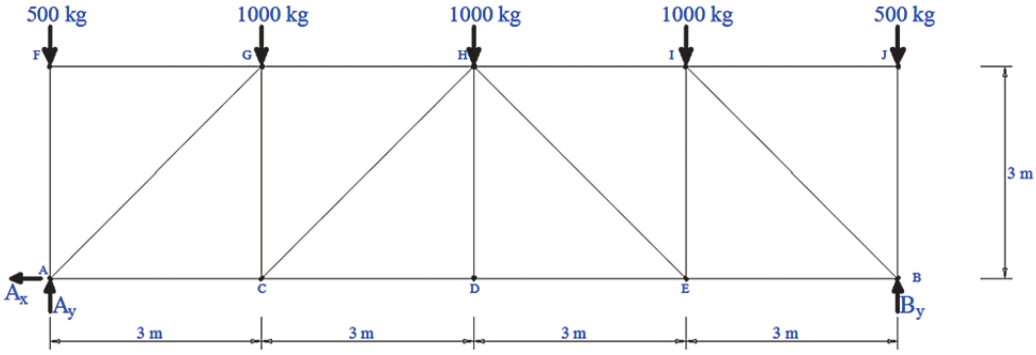
ตรวจสอบ [4-2]

$$\sum F_y = 0 \quad (+) \uparrow$$

$$-A_y + B_y - 1200 = 0$$

$$0 = 0$$ สมการเป็นจริง

7.3 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 7.22 จงคำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ (10 คะแนน)



รูปที่ 7.22

วิธีทำ

จาก [4-1] $\sum F_x = 0 \quad (+) \rightarrow$

$$A_x = 0$$

จาก [4-3] $\sum M_A = 0 \quad (+) \circlearrowright$

$$B_y(12) - 500(12) - 1000(9) - 1000(6) - 1000(3) = 0$$

$$B_y = 2000 \text{ kg} \uparrow$$

$\sum M_B = 0 \quad (+) \circlearrowright$

$$-A_y(12) + 500(12) + 1000(9) + 1000(6) + 1000(3) = 0$$

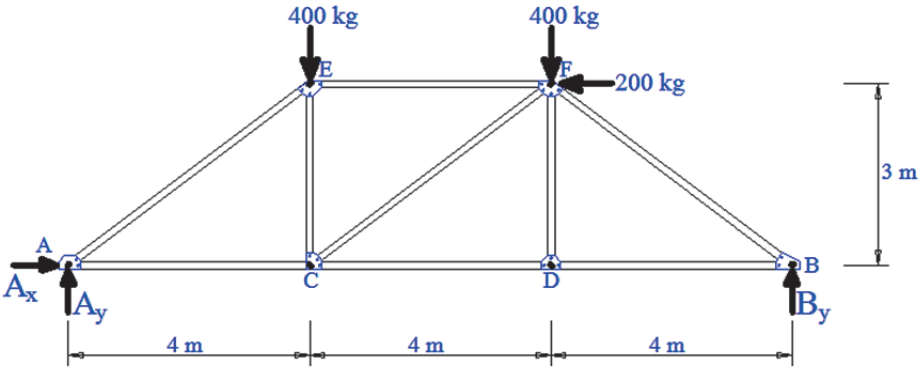
$$A_y = 2000 \text{ kg} \uparrow$$

ตรวจสอบ [4-2] $\sum F_y = 0 \quad (+) \uparrow$

$$A_y + B_y - 500 - 1000 - 1000 - 1000 - 500 = 0$$

$0 = 0$ สมการเป็นจริง

7.4 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 7.23 จงคำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ (10 คะแนน)



รูปที่ 7.23

วิธีทำ

จาก [4-1]

$$\sum F_x = 0 \quad (+) \rightarrow$$

$$A_x - 200 = 0$$

$$A_x = 200 \text{ kg} \quad \rightarrow$$

จาก [4-3]

$$\sum M_A = 0 \quad (+) \circlearrowright$$

$$B_y(12) - 400(4) - 400(8) + 200(3) = 0$$

$$B_y = 350 \text{ kg} \quad \uparrow$$

$$\sum M_B = 0 \quad (+) \circlearrowright$$

$$-A_y(12) + 400(4) + 400(8) + 200(3) = 0$$

$$A_y = 450 \text{ kg} \quad \uparrow$$

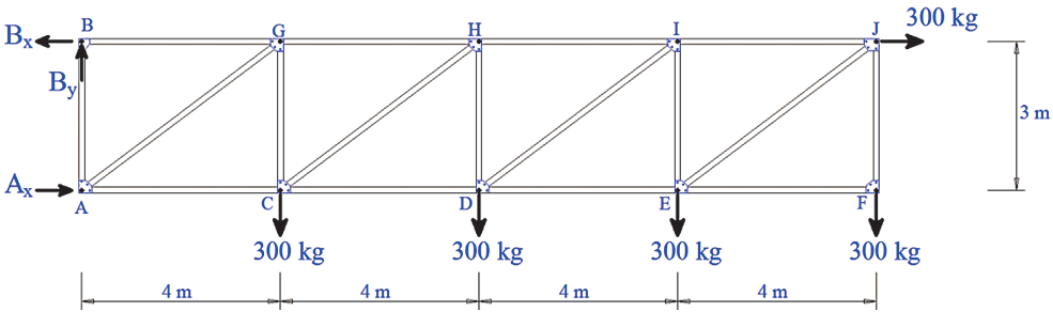
ตรวจสอบ [4-2]

$$\sum F_y = 0 \quad (+) \uparrow$$

$$A_y + B_y - 400 - 400 = 0$$

$$0 = 0 \quad \text{สมการเป็นจริง}$$

7.5 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 7.24 จงคำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ (10 คะแนน)



รูปที่ 7.24

วิธีทำ

จาก [4-2]

$$\sum F_y = 0 \quad (+)\uparrow$$

$$B_y - 300 - 300 - 300 - 300 = 0$$

$$B_y = 1200 \text{ kg} \uparrow$$

จาก [4-3]

$$\sum M_A = 0 \quad (+)\circlearrowleft$$

$$B_x(3) - 300(4) - 300(8) - 300(12) - 300(16) - 300(3) = 0$$

$$B_x = 4300 \text{ kg} \leftarrow$$

$$\sum M_B = 0 \quad (+)\circlearrowleft$$

$$A_x(3) - 300(4) - 300(8) - 300(12) - 300(16) = 0$$

$$A_x = 4000 \text{ kg} \rightarrow$$

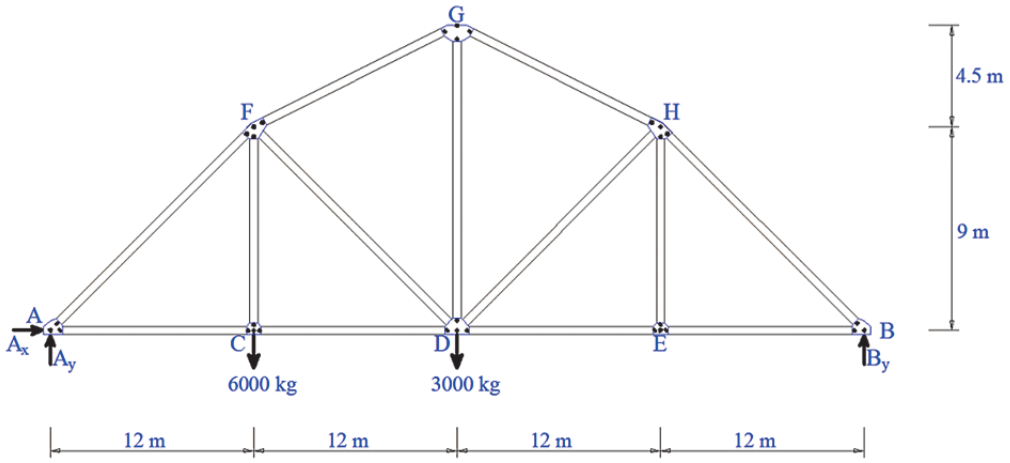
ตรวจสอบ [4-1]

$$\sum F_x = 0 \quad (+)\rightarrow$$

$$A_x - B_x + 300 = 0$$

$$0 = 0 \quad \text{สมการเป็นจริง}$$

7.6 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 7.25 จงคำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ (10 คะแนน)



รูปที่ 7.25

วิธีทำ

จาก [4-1]

$$\sum F_x = 0 \quad (+) \rightarrow$$

$$A_x = 0$$

จาก [4-3]

$$\sum M_A = 0 \quad (+) \circlearrowright$$

$$B_y(48) - 3000(24) - 6000(12) = 0$$

$$B_y = 3000 \text{ kg} \uparrow$$

$$\sum M_B = 0 \quad (+) \circlearrowright$$

$$-A_y(48) + 6000(36) + 3000(24) = 0$$

$$A_y = 6000 \text{ kg} \uparrow$$

ตรวจสอบ [4-2]

$$\sum F_y = 0 \quad (+) \uparrow$$

$$A_y + B_y - 6000 - 3000 = 0$$

$$0 = 0 \quad \text{สมการเป็นจริง}$$

เฉลย แบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 7
แรงปฏิกิริยาของโครงข้อหมุน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น (คะแนนรวม20 คะแนน)
คำชี้แจง อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

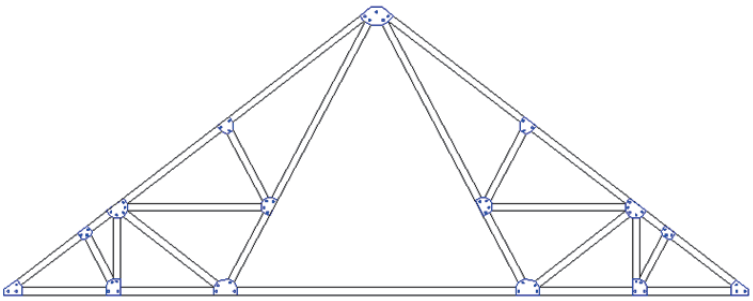
1. ข้อใดไม่ใช่โครงข้อหมุน
   ก. โครงถัก
   ข. ยึดต่อกันด้วยสลักเกลียว
   ค. ชิ้นส่วนต่อกันเป็นรูปเรขาคณิต
   X ง. ใช้สำหรับงานถนน

2. โครงข้อหมุนส่วนใหญ่นิยมนำไปใช้ทำโครงสร้างใด
   ก. โครงสร้างบ้าน
   X ข. โครงหลังคา
   ค. โรงจอดรถยนต์
   ง. โครงสร้างเปลือกบาง

3. ข้อใดคือคุณสมบัติที่ดีที่สุดของโครงข้อหมุน
   ก. ราคาถูก
   ข. สวยงาม
   X ค. ใช้เป็นโครงสร้างพื้นที่กว้างๆ
   ง. ก่อสร้างง่าย

4. ข้อใดคือข้อได้เปรียบโครงข้อหมุนต่อโครงสร้างคอนกรีต
   ก. การยืดหดตัวน้อย
   X ข. มีน้ำหนักเบา
   ค. มีความทนไฟสูง
   ง. รับแรงได้มากกว่า

จากรูปที่ 7.26 ใช้ตอบคำถามข้อ 5 - 7



รูปที่ 7.26

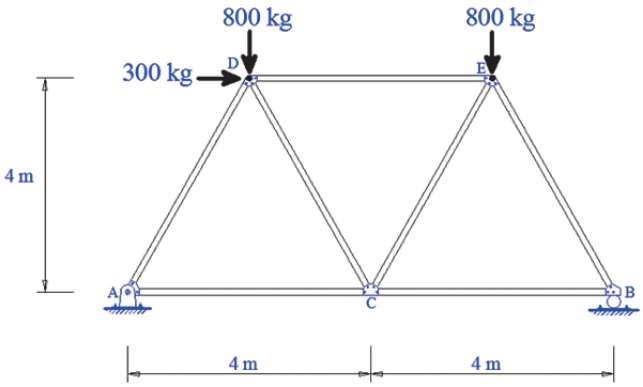
5. ข้อใดคือชื่อเรียกของโครงข้อหมุนดังรูป
   ก. K-truss
   ข. Fink
   ค. Warren
   ง. Howe

6. โครงข้อหมุนแสดงดังรูปเหมาะสำหรับใช้ทำโครงสร้างใด
   ก. โครงสร้างสะพานรถไฟ
   ข. โครงหลังคาโรงยิมนาสติก
   ค. โครงหลังคาโรงจอดรถ
   ง. โครงสะพานทางด่วน

7. โครงข้อหมุนแสดงดังรูป มีจำนวนชิ้นส่วนเท่าใด
   ก. 35 ชิ้นส่วน
   ข. 27 ชิ้นส่วน
   ค. 18 ชิ้นส่วน
   ง. 5 ชิ้นส่วน

8. แรงกระทำแบบใดที่กระทำกับจุดต่อของโครงข้อหมุน
   ก. แรงกระทำแบบกระจายสม่ำเสมอ
   ข. แรงกระทำแบบกระจายไม่สม่ำเสมอ
   ค. แรงกระทำแบบจุด
   ง. แรงลม

จากรูปที่ 7.27 ใช้ตอบคำถามข้อ 9 - 10



รูปที่ 7.27

9. แรงปฏิกิริยาที่จุด A ในแนวแกน x มีค่าเท่าใด

ก. $A_x = 300\ kg \rightarrow$

ข. $A_x = 300\ kg \leftarrow$

ค. $A_x = 800\ kg \uparrow$

ง. $A_x = 800\ kg \downarrow$

10. แรงปฏิกิริยาที่จุด A ในแนวแกน x มีค่าเท่าใด

ก. $A_y = 650\ kg \uparrow$

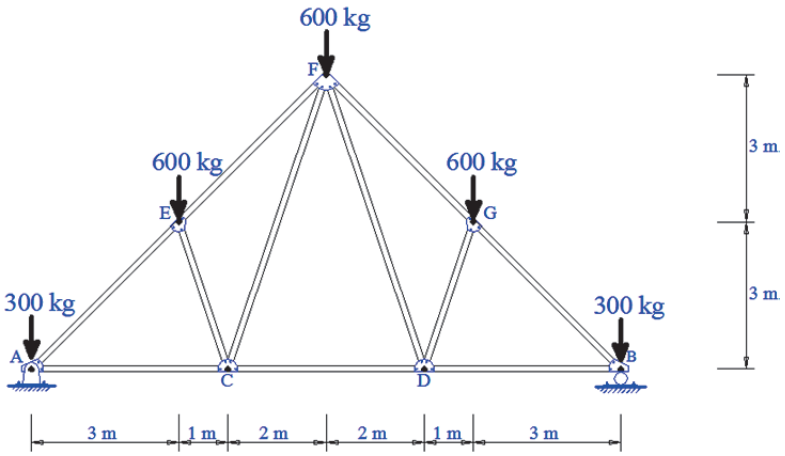
ข. $A_y = 800\ kg \uparrow$

ค. $A_y = 950\ kg \uparrow$

ง. $A_y = 1300\ kg \uparrow$

เฉลย แบบทดสอบ บทที่ 8
แรงภายในโครงข้อหมุน

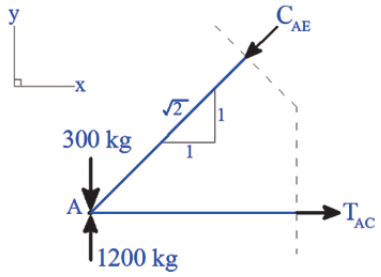
8.1 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 8.18 จงใช้วิธีจุดต่อ คำนวณหาค่าแรงภายในของชิ้นส่วนทุกท่อน (10 คะแนน)



รูปที่ 8.18

วิธีทำ

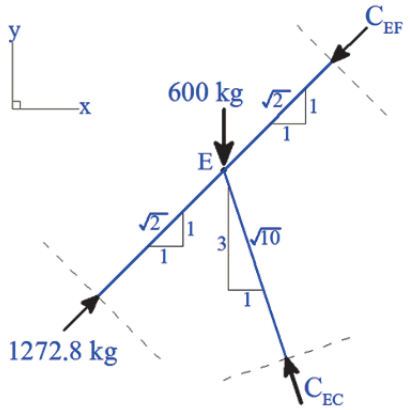
ที่จุดต่อ A



$$C_{AE} = 1272.8 \quad kg$$

$$T_{AC} = 900 \quad kg$$

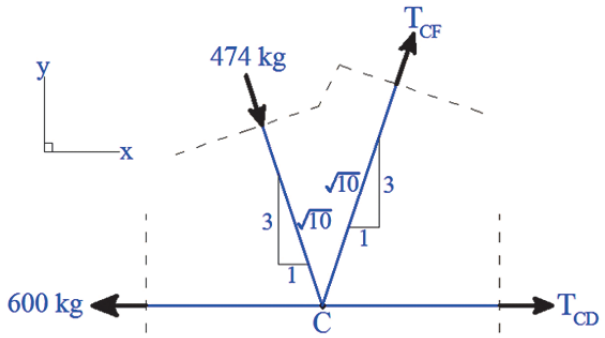
ที่จุดต่อ E



$C_{EF} = 1060 \quad kg$

$C_{EC} = 474 \quad kg$

ที่จุดต่อ E



$T_{CF} = 474 \quad kg$

$T_{CD} = 600 \quad kg$

ที่จุดต่อ B , D และ G ใช้ความสมมาตรของโครงสร้าง

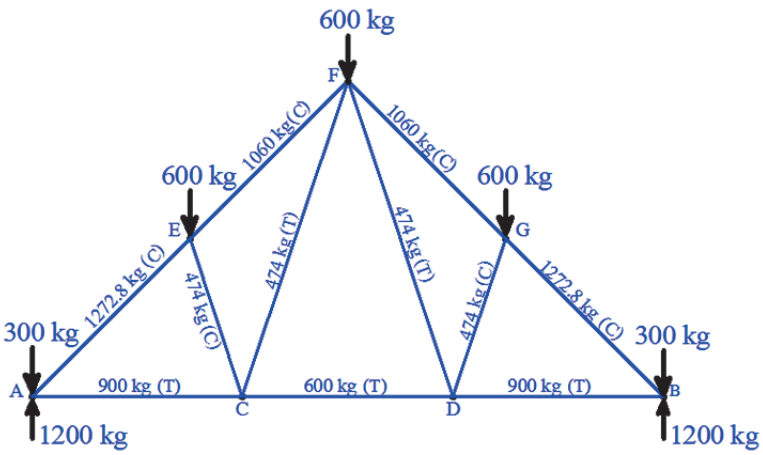
$T_{BD} = 900 \quad kg$

$C_{BG} = 1272.8 \quad kg$

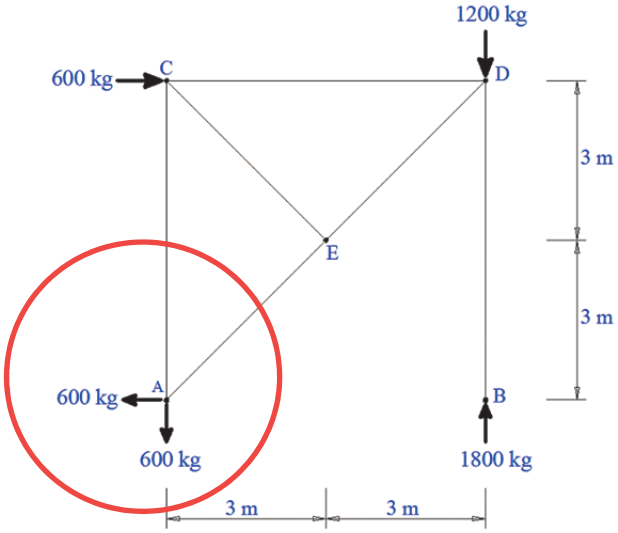
$C_{GF} = 1060 \quad kg$

$C_{DG} = 474 \quad kg$

$T_{DF} = 474 \quad kg$



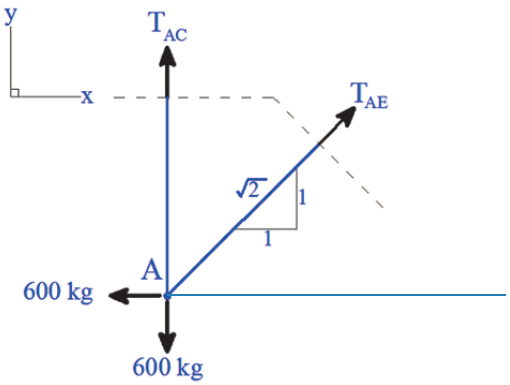
8.2 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 8.19 จงใช้วิธีจุดต่อ คำนวณหาค่าแรงภายในของชิ้นส่วนทุกท่อน (10 คะแนน)



รูปที่ 8.19

วิธีทำ

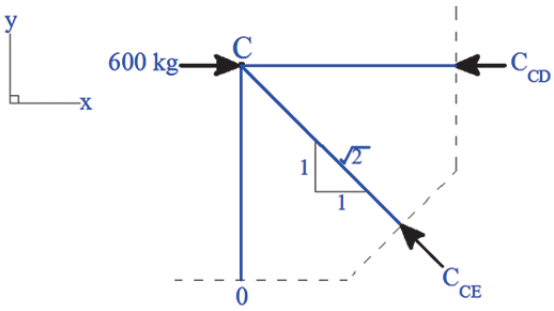
ที่จุดต่อ A



$$T_{AE} = 848.5 \quad kg$$

$$T_{AC} = 0$$

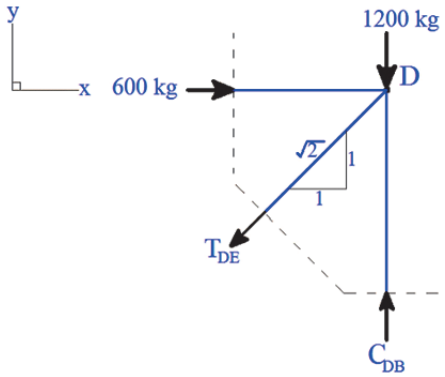
ที่จุดต่อ C



$C_{CE} = 0$

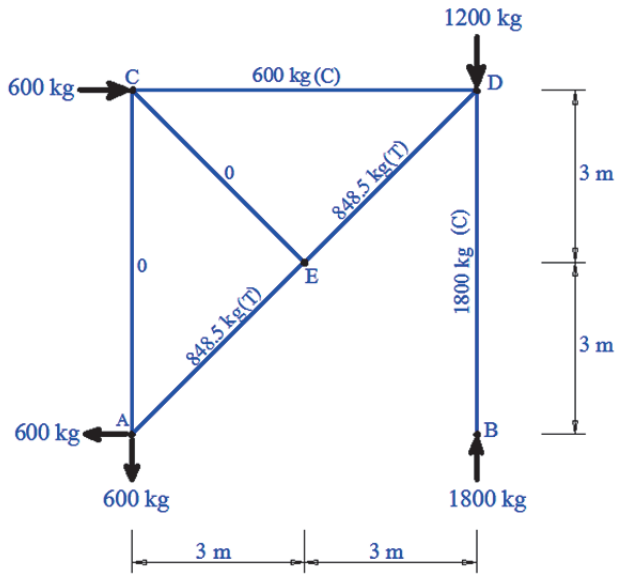
$C_{CD} = 600 \quad kg$

ที่จุดต่อ D

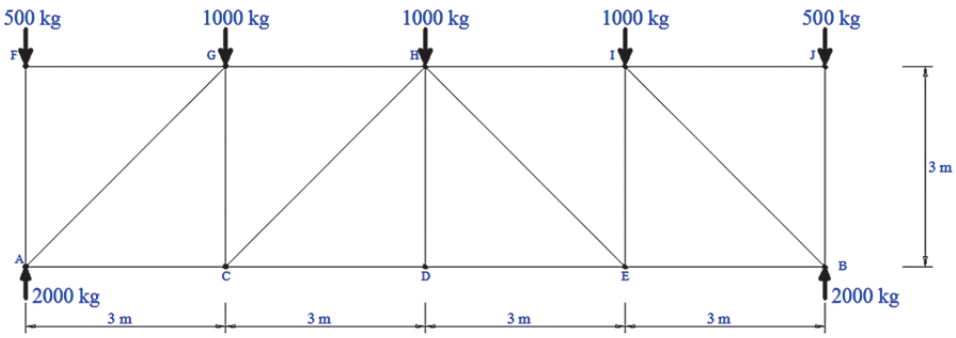


$T_{DE} = 848.5 \quad kg$

$C_{DB} = 1800 \quad kg$



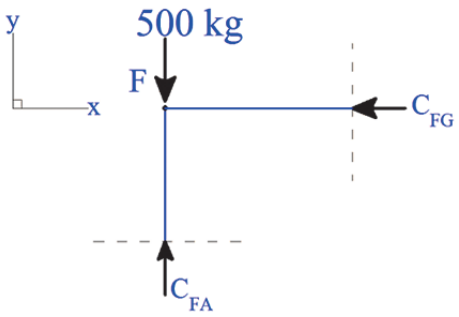
8.3 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 8.20 จงใช้วิธีจุดต่อ คำนวณหาค่าแรงภายในของชิ้นส่วนทุกท่อน (10 คะแนน)



รูปที่ 8.20

วิธีทำ

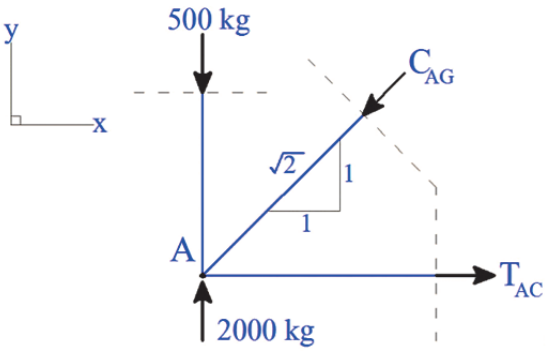
ที่จุดต่อ F



$C_{FG} = 0$

$C_{FA} = 500 \quad kg$

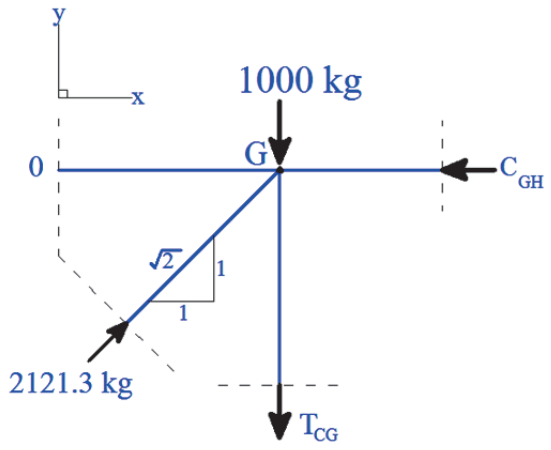
ที่จุดต่อ A



$C_{AG} = 2121.3 \quad kg$

$T_{AC} = 1500 \quad kg$

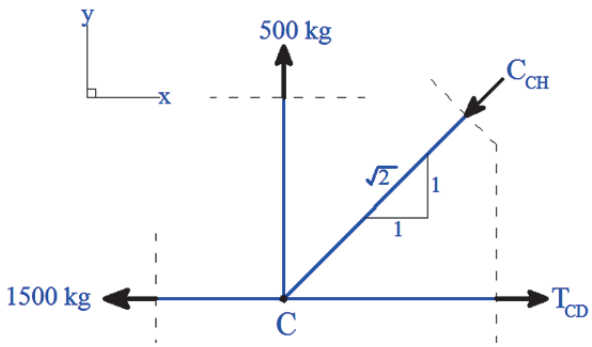
ที่จุดต่อ G



$C_{GH} = 1500 \quad kg$

$T_{CG} = 500 \quad kg$

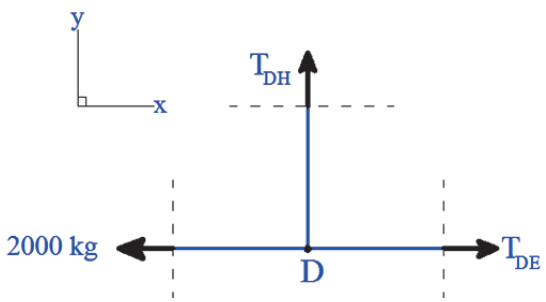
ที่จุดต่อ C



$C_{CH} = 707.1 \quad kg$

$T_{CD} = 2000 \quad kg$

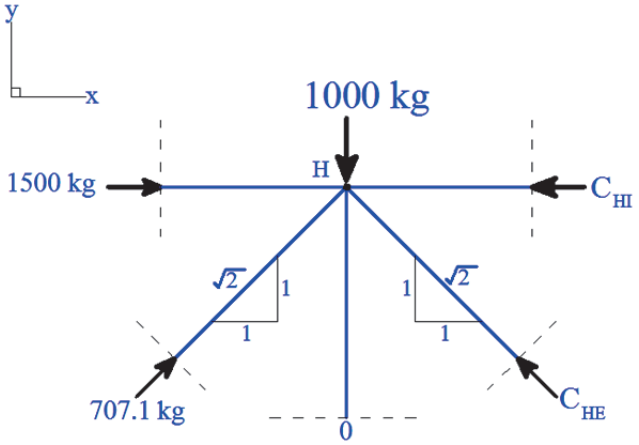
ที่จุดต่อ D



$T_{DH} = 0$

$T_{DE} = 2000 \quad kg$

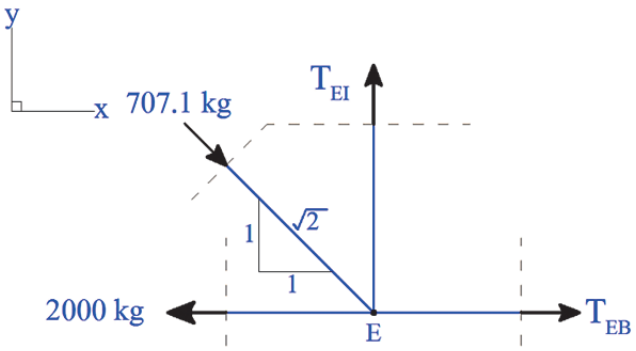
ที่จุดต่อ H



$C_{HE} = 707.1 \quad kg$

$C_{HI} = 1500 \quad kg$

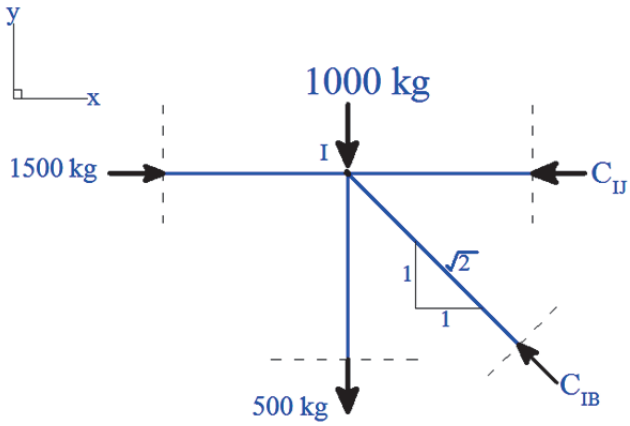
ที่จุดต่อ E



$T_{EB} = 1500 \quad kg$

$T_{EI} = 500 \quad kg$

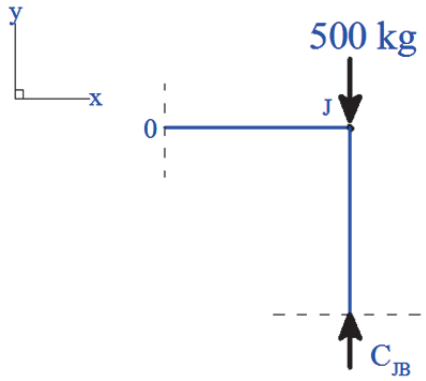
ที่จุดต่อ I



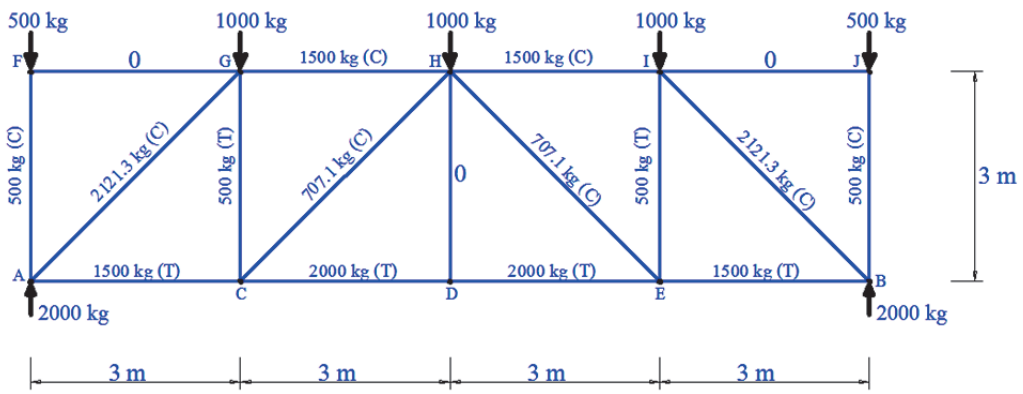
$C_{IB} = 2121.3 \quad kg$

$C_{IJ} = 0$

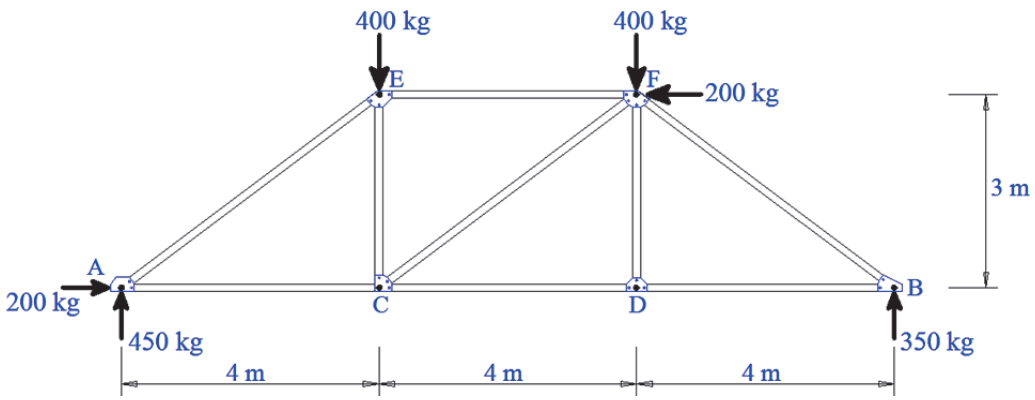
ที่จุดต่อ J



$C_{JB} = 500 \quad kg$

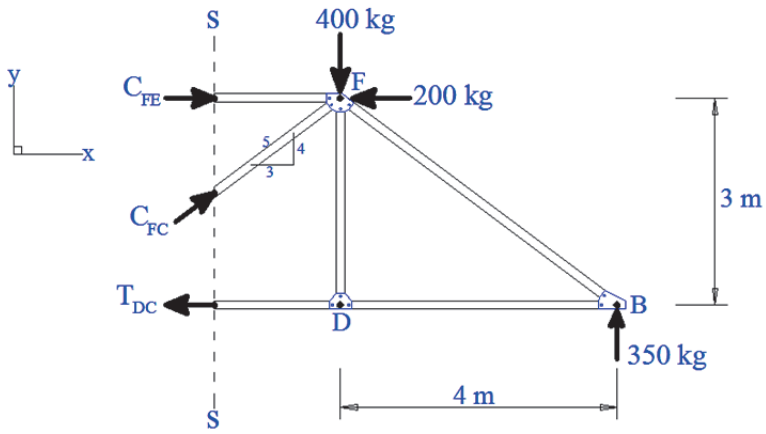


8.4 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 8.21 จงใช้วิธีภาคตัด คำนวณหาค่าแรงภายในของชิ้นส่วน FE , FC , และ DC (10 คะแนน)



รูปที่ 8.21

วิธีทำ



ผลรวมของโมเมนต์รอบจุด F เท่ากับศูนย์

$$T_{DC} = 466.7 \quad kg$$

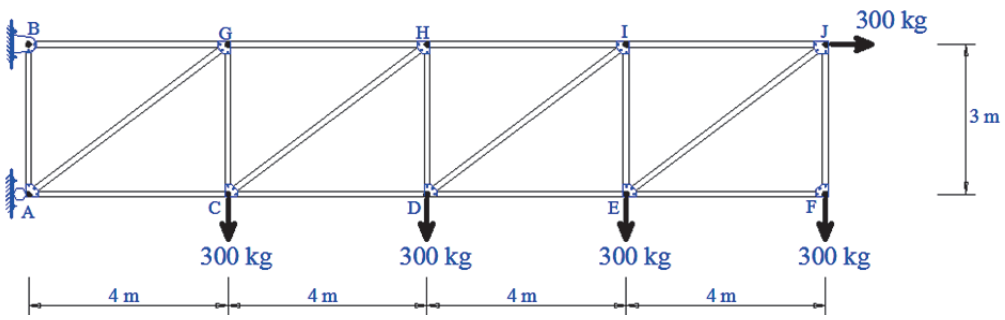
ผลรวมของแรงในแนวแกน y เท่ากับศูนย์

$$C_{FC} = 83.3 \quad kg$$

ผลรวมของแรงในแนว แกน x เท่ากับศูนย์

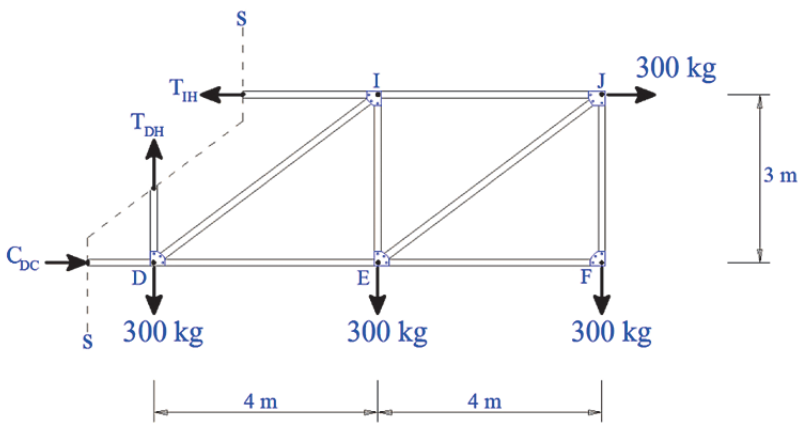
$$C_{FE} = 600 \quad kg$$

8.5 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 8.22 จงใช้วิธีภาคตัด คำนวณหาค่าแรงภายในของชิ้นส่วน HI , DH , และ DC (10 คะแนน)



รูปที่ 8.22

วิธีทำ



ผลรวมของแรงในแนวแกน y เท่ากับศูนย์

$$T_{DH} = 900 \quad kg$$

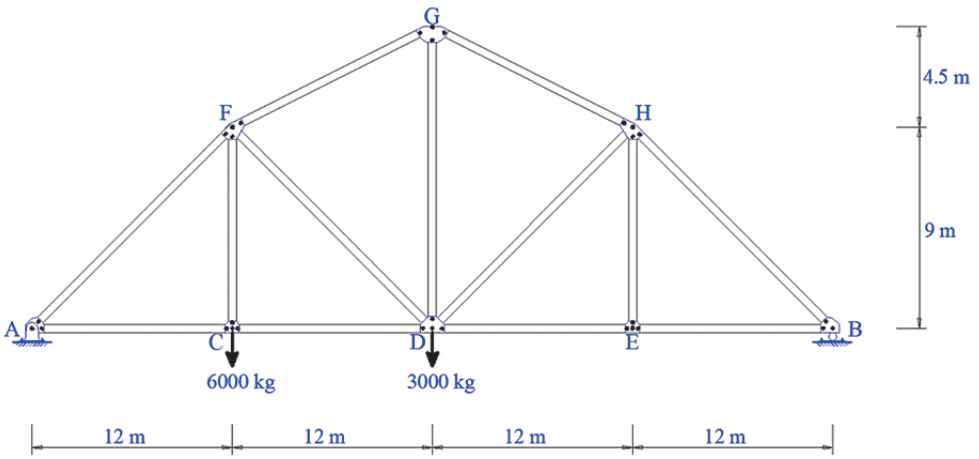
ผลรวมของโมเมนต์รอบจุด D เท่ากับศูนย์

$$T_{IH} = 1500 \quad kg$$

ผลรวมของแรงในแนว แกน x เท่ากับศูนย์

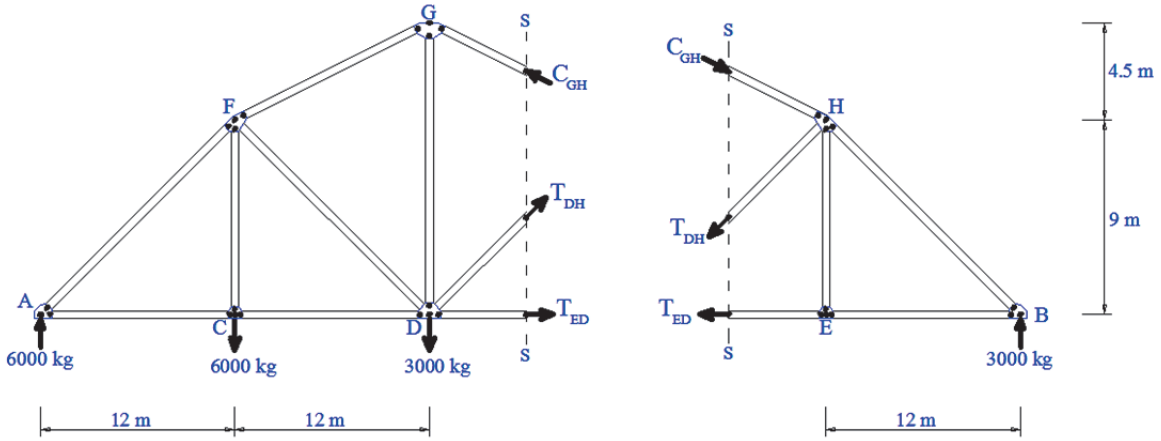
$$C_{DC} = 1200 \quad kg$$

8.6 โครงข้อหมุน แสดงดังรูป 8.23 จงใช้วิธีภาคตัด คำนวณหาค่าแรงภายในของชิ้นส่วน HG , HD , และ ED (10 คะแนน)



รูปที่ 8.23

วิธีทำ



ที่ภาคตัด s-s ด้านซ้ายมือ

ผลรวมของโมเมนต์รอบจุด H เท่ากับศูนย์

$$T_{ED} = 4000 \quad kg$$

ที่ภาคตัด s-s ด้านขวามือ

ผลรวมของโมเมนต์รอบจุด G เท่ากับศูนย์

$$T_{DH} = 1666.7 \quad kg$$

ผลรวมของแรงในแนว แกน x เท่ากับศูนย์

$$C_{GH} = 5696 \quad kg$$

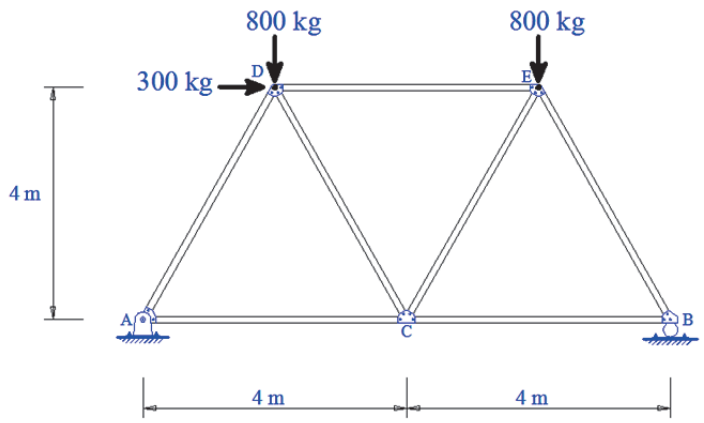
เฉลย แบบประเมินผลการเรียนรู้ บทที่ 8
แรงภายในโครงข้อหมุน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น (คะแนนรวม20 คะแนน)
คำชี้แจง อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

1. ข้อใดคือแรงภายในชิ้นส่วนโครงข้อหมุนตามทฤษฎี
   ก. แรงเฉือน
   ข. โมเมนต์ดัด
   X ค. แรงอัด
   ง. แรงบิด

2. ชิ้นส่วนที่มีทิศทางหัวลูกศรพุ่งเข้าหาชิ้นส่วน จะเป็นแรงใด
   ก. แรงเฉือน
   ข. โมเมนต์ดัด
   X ค. แรงอัด
   ง. แรงบิด

รูปที่ 8.24 จงใช้ตอบคำถามข้อ 3 – 7



รูปที่ 8.24

3. แรงในชิ้นส่วน AD เป็นแรงใด
   ก. แรงเฉือน
   ข. โมเมนต์ดัด
   X ค. แรงอัด
   ง. แรงบิด

4. แรงในชิ้นส่วน AC มีค่าเท่าใด

ก. $T_{AC} = 625 \quad kg$

ข. $T_{AC} = 475 \quad kg$

ค. $T_{AC} = 167.7 \quad kg$

ง. $T_{AC} = 950 \quad kg$

5. แรงในชิ้นส่วน CE มีค่าเท่าใด

ก. $T_{CE} = 625 \quad kg$

ข. $T_{CE} = 475 \quad kg$

ค. $T_{CE} = 167.7 \quad kg$

ง. $T_{CE} = 950 \quad kg$

6. แรงในชิ้นส่วน BE มีค่าเท่าใด

ก. $C_{BE} = 1062.1 \quad kg$

ข. $C_{BE} = 726.7 \quad kg$

ค. $C_{BE} = 550 \quad kg$

ง. $C_{BE} = 650 \quad kg$

7. แรงในชิ้นส่วน DE มีค่าเท่าใด

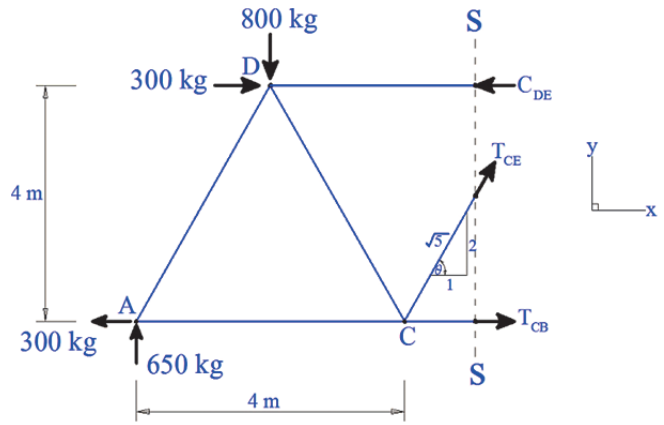
ก. $C_{DE} = 1062.1 \quad kg$

ข. $C_{DE} = 726.7 \quad kg$

ค. $C_{DE} = 550 \quad kg$

ง. $C_{DE} = 650 \quad kg$

รูปที่ 8.25 จงใช้ตอบคำถามข้อ 8 – 10



รูปที่ 8.25

8. ข้อใดคือสมการที่ใช้หาค่าแรงภายในชิ้นส่วน C_{DE}

ก. $C_{DE}(4)+800(2)-300(4)-650(4)=0$

ข. $C_{DE}(4)+800(4)-300(4)-650(4)=0$

ค. $C_{DE}(4)+800(4)-300(2)-650(2)=0$

ง. $C_{DE}(1.5)+800(4)-300(4)-650(4)=0$

9. ข้อใดคือสมการที่ใช้หาค่าแรงภายในชิ้นส่วน T_{CE}

ก. $T_{CE}\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)-650-800=0$

ข. $T_{CE}\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)+650-800=0$

ค. $T_{CE}\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)+650-800=0$

ง. $T_{CE}\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)+650+800=0$

10. ข้อใดคือสมการที่ใช้หาค่าแรงภายในชิ้นส่วน T_{CB}

ก. $T_{CB}-550+167.7\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)=0$

ข. $T_{CB}-550-167.7\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)=0$

ค. $T_{CB}+550+167.7\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)=0$

ง. $-T_{CB}-550-167.7\left(\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}}\right)=0$