



6 ฟิลิป
sem 2 - 58

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค

ภาคการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2558

สอบวันศุกร์ที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

เวลา: 09:00-12:00 น.

วิชา: 220-102 กลศาสตร์วิศวกรรม 1

ห้องสอบ: หัวหุ่นยนต์, A303, A400, A401,

วิชา: 221-102 กลศาสตร์วิศวกรรม 1

R200, R201, S102, S103, S201, S203, S817

ชื่อ-สกุล รหัส ตอน

Instructions/Information:

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 4 ข้อใหญ่ คะแนนรวม 100 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 10 หน้ารวมปก ตรวจสอบโดยละเอียดก่อนลงมือทำ
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในข้อสอบและอนุญาตให้ทำหน้า-หลังได้
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด
5. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาในการทำข้อสอบได้
6. ให้นักศึกษาเขียนชื่อ-สกุล รหัส และตอนที่เรียนทุกหน้าของข้อสอบ
7. ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุกจริตจะได้ E
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
9. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งออกจากห้องสอบ
10. Good luck

ตารางคะแนน

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้
1	30	
2	30	
3	20	
4	20	
รวม	100	

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

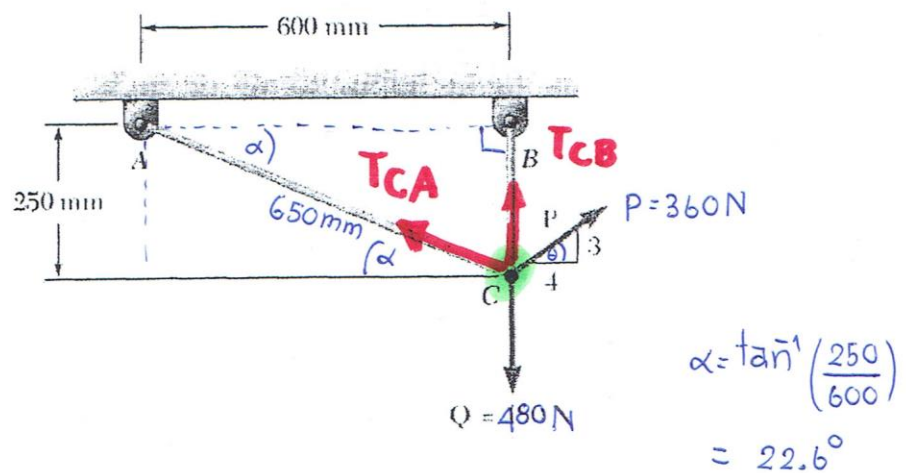
ผู้ออกข้อสอบ รศ.ดร.สราวุธ จริตงาม ผศ.ดร.ปฐเมศ ผาณิตพจมาน อ.ดร.วิชัยรัตน์ แก้วเจือ และ อ.ดร.อรกมล ว่างภิสวัสดิ์

ชื่อ-สกุล รหัส ตอน

ข้อที่ 1 สถิติศาสตร์ของอนุภาค (รวม 30 คะแนน)

1.1) (10 คะแนน) เคเบิล 2 เส้น ผูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันที่จุด C ดังรูป กำหนด $P = 360 \text{ N}$ และระบบอยู่ในภาวะสมดุล

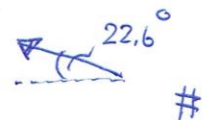
จงหา (ก) แรงดึงในเคเบิล AC (ข) แรงดึงในเคเบิล BC



$$\rightarrow \sum F_x = 0 : 360 \cos \theta - T_{CA} \cos \alpha = 0$$

$$360 \left(\frac{4}{5}\right) - T_{CA} \left(\frac{600}{650}\right) = 0$$

$$T_{CA} = 312 \text{ N}$$



$$+\uparrow \sum F_y = 0 : T_{CB} + T_{CA} \sin \alpha + 360 \sin \theta - 480 = 0$$

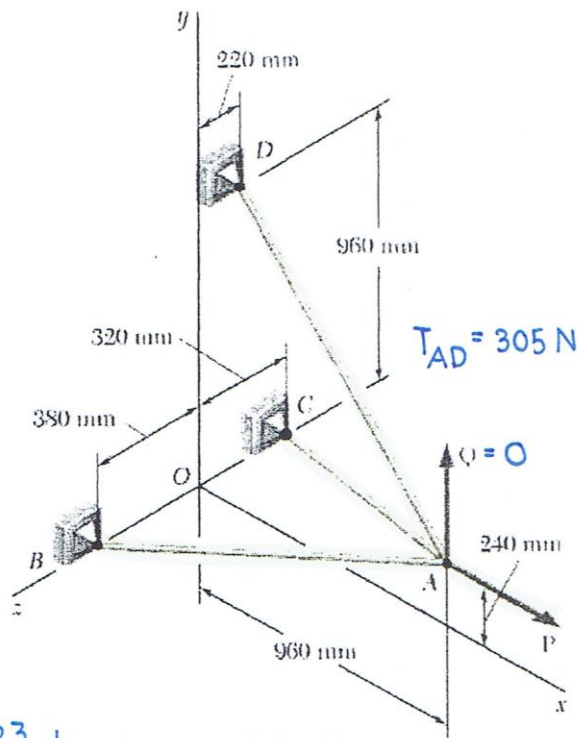
$$T_{CB} + 312 \left(\frac{250}{650}\right) + 360 \left(\frac{3}{5}\right) - 480 = 0$$

$$T_{CB} = 144.0 \text{ N} \quad \uparrow$$

#

ชื่อ-สกุล รหัส ตอน

- 1.2) (20 คะแนน) เคเบิล 3 เส้น มีการเชื่อมโยงเข้าด้วยกันที่จุด A และมีแรง P และ Q กระทำดังรูป กำหนดให้แรง $Q = 0$ จงหาค่าของแรง P ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายเคเบิล AD = 305 N และระบบอยู่ในภาวะสมดุล



step 1

$$A (960, 240, 0) \quad B (0, 0, 380)$$

$$C (0, 0, -320) \quad D (0, 960, -220)$$

step 2

$$\frac{F}{d} = \frac{F_x}{d_x} = \frac{F_y}{d_y} = \frac{F_z}{d_z}$$

$$d = \sqrt{d_x^2 + d_y^2 + d_z^2}$$

step 3

แรง	ระยะ: (mm)				แรง (N)		
	d_x	d_y	d_z	d	F_x	F_y	F_z
P	-	-	-	-	+P	-	-
$T_{AD} = 305 \text{ N}$	-960	720	-220	1220	-240	180	-55
T_{AC}	-960	-240	-320	1040	$-\frac{12}{13} T_{AC}$	$-\frac{3}{13} T_{AC}$	$-\frac{4}{13} T_{AC}$
T_{AB}	-960	-240	380	1060	$-\frac{48}{53} T_{AB}$	$-\frac{12}{53} T_{AB}$	$\frac{19}{53} T_{AB}$

$$\rightarrow \sum F_x = 0 : P - 240 - \frac{12}{13} T_{AC} - \frac{48}{53} T_{AB} = 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$+\uparrow \sum F_y = 0 : 180 - \frac{3}{13} T_{AC} - \frac{12}{53} T_{AB} = 0 \quad \text{--- (2)}$$

$$\nearrow \sum F_z = 0 : -55 - \frac{4}{13} T_{AC} + \frac{19}{53} T_{AB} = 0 \quad \text{--- (3)}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_{AC} = 342 \text{ N} \\ T_{AB} = 447 \text{ N} \end{array} \right\} \text{แทนใน (1)}$$

$$\therefore \boxed{P = 961 \text{ N}} \#$$

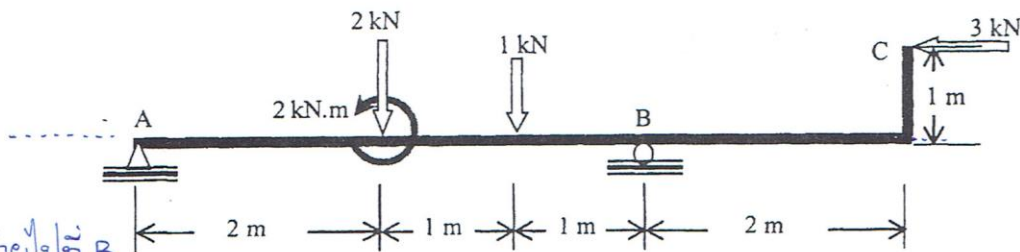
ชื่อ-สกุล รหัส ตอน

ข้อที่ 2 สถิติศาสตร์ของวัตถุเกร็งในสองมิติ (รวม 30 คะแนน)

2.1) จากวัตถุเกร็งดังแสดงในรูป (พิจารณาเฉพาะแรงและโมเมนต์ที่แสดงเท่านั้น) จงหา

(ก) ระบบแรง-แรงคู่ควบสมดุลที่จุด B (7 คะแนน) 1F-1M

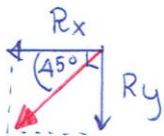
(ข) ตำแหน่งของแรงเดียวซึ่งสมดุลกับระบบแรงที่กำหนดไว้ในแนว AB (8 คะแนน)



(ก) ย้ายไปที่ B

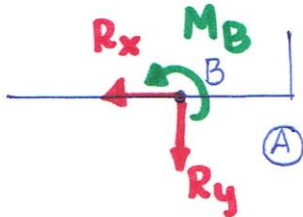
$$\textcircled{S1} \rightarrow R_x = -3 \text{ kN}$$

$$+\uparrow R_y = -2 - 1 = -3 \text{ kN}$$



$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 3\sqrt{2} = 4.24 \text{ kN}$$

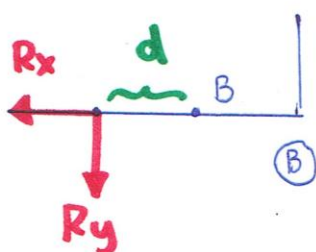
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{3}{3}\right) = 45^\circ$$

$$\textcircled{S2}$$


$$\textcircled{+} M_B = 2 + 1(1) + 2(2) + 3(1) = 10 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\therefore R = 4.24 \text{ kN} \quad \swarrow 45.0^\circ, \quad M_B = 10.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \curvearrowright$$

(ข)

$$\textcircled{S3}$$


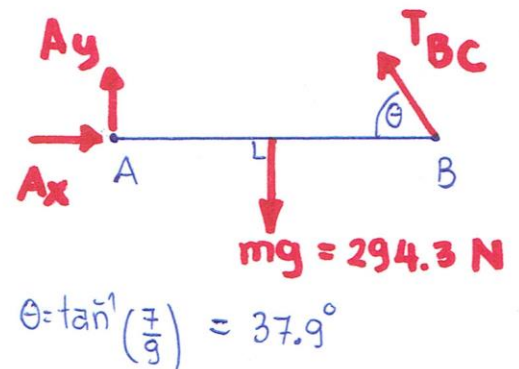
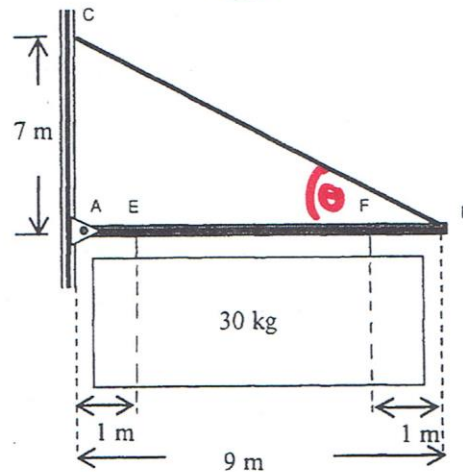
$$\textcircled{+} (\sum M_B)_A = (\sum M_B)_B : +10 = R_y d$$

$$d = 3.33 \text{ m}$$

$\therefore$ ตำแหน่ง แรงเดียว ห่างจากจุด B ไปซ้ายเป็นระยะ 3.33 m #

ชื่อ-สกุล รหัส ตอน

- 2.2) (15 คะแนน) ป้ายโฆษณาขนาด 30 kg แขวนไว้ที่กึ่งกลางคานซึ่งยึดปลายข้างหนึ่งกับจุดต่อลักษณะ pin และปลายอีกข้างหนึ่งด้วย cable จงหาขนาดแรงตึงใน cable CB และแรงปฏิกิริยารวมที่จุด A



$$\sum M_A = 0 : (T_{BC} \sin 37.9^\circ)(9) - 294.3(4.5) = 0$$

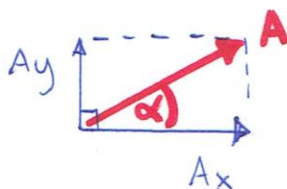
$$T_{BC} = 240 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0 : A_x - 240 \cos 37.9^\circ = 0$$

$$A_x = 189.4 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 : A_y + 240 \sin 37.9^\circ - 294.3 = 0$$

$$A_y = 146.9 \text{ N}$$



$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = 240 \text{ N}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{146.9}{189.4}\right) = 37.8^\circ$$

$$\therefore T_{CB} = 240 \text{ N}$$

$$A = 240 \text{ N} \quad \angle 37.8^\circ$$

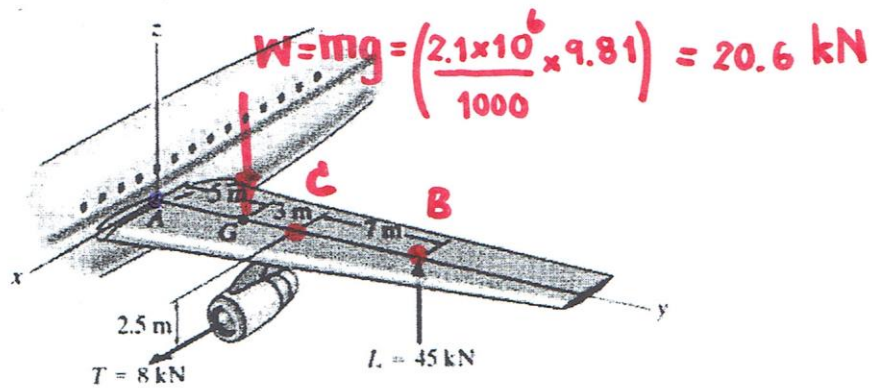
$$M-10^6 \quad T-10^{12}$$

$$G-10^9$$

ชื่อ-สกุล รหัส ตอน

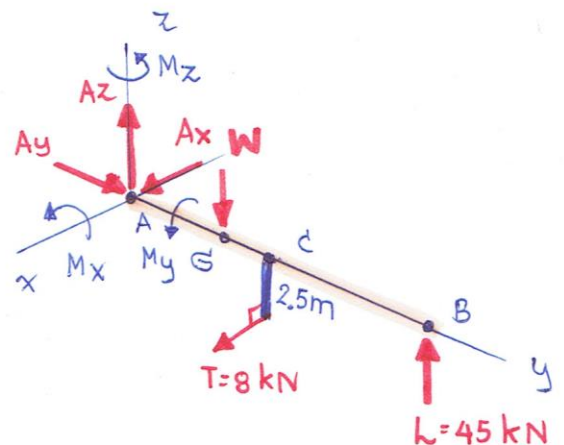
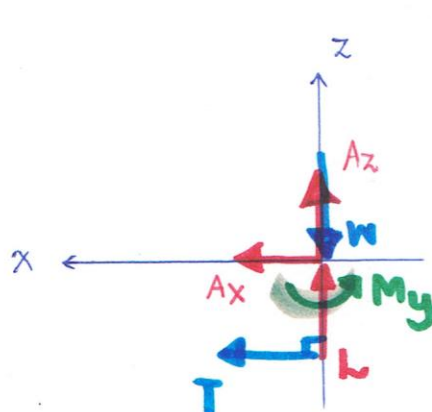
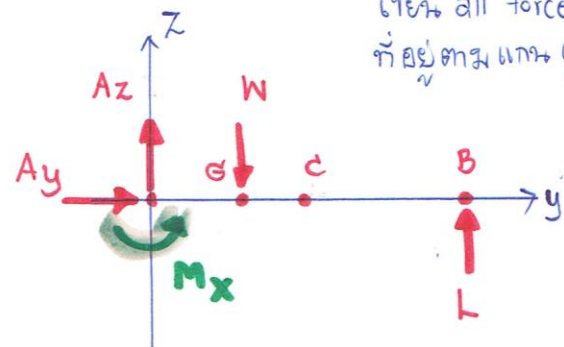
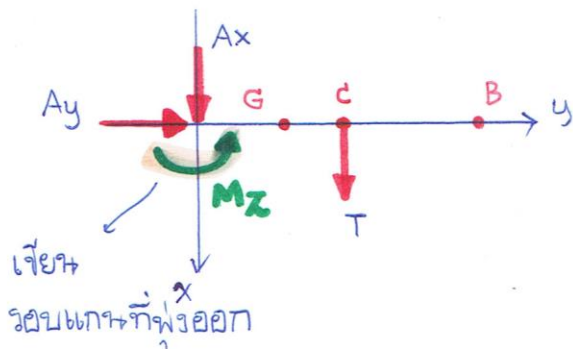
ข้อที่ 3 สถิติศาสตร์ของวัตถุเกร็งในสามมิติ (รวม 20 คะแนน)

ปีกเครื่องบินมีมวล 2.1 Mg กระทำที่จุด G รับแรงดัน L เท่ากับ 45 kN และรับแรงดันออก T เท่ากับ 8 kN (กำหนดให้ค่า $g=9.81 \text{ m/s}^2$) ดังรูป



3.1) จงเขียนแผนภาพแสดงระบบแรงกระทำต่อปีกเครื่องบินในระนาบ X-Y, Y-Z และ X-Z (9 คะแนน)

เขียน all force
ที่อยู่ตาม แกน y, z



ระวัง moment ตามแกนต่างๆ !!

~~M_x~~
~~M_y~~
~~M_z~~

ชื่อ-สกุล รหัส ตอน

3.2) จงหาแรงปฏิกิริยาที่จุด A (11 คะแนน)

$$\downarrow \sum F_x = 0 \quad A_x + 8 = 0 \rightarrow A_x = -8 \text{ kN}$$

$$\uparrow \sum F_z = 0 \quad A_z + 45 - 20.6 = 0 \rightarrow A_z = -24.4 \text{ kN}$$

$$\downarrow \sum F_y = 0 \quad A_y = 0 \text{ kN}$$

$$\oplus \sum M_x = 0 \quad M_x - 20.6(5) + 45(15) = 0 \rightarrow M_x = -572 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\oplus \sum M_y = 0 \quad M_y - 8(2.5) = 0 \rightarrow M_y = 20 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\oplus \sum M_z = 0 \quad M_z - 8(8) = 0 \rightarrow M_z = 64 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\therefore \begin{array}{ll} A_x = 8.00 \text{ kN} \nearrow & M_x = 572 \text{ kN}\cdot\text{m} \curvearrowright \\ A_y = 0 \text{ kN} & M_y = 20.0 \text{ kN}\cdot\text{m} \curvearrowleft \\ A_z = 24.4 \text{ kN} \downarrow & M_z = 64.0 \text{ kN}\cdot\text{m} \curvearrowleft \end{array}$$

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} = 25.7 \text{ kN} \quad \#$$

$$\theta_x = \cos^{-1}\left(\frac{A_x}{A}\right) = 71.9^\circ \quad \#$$

$$\theta_y = \cos^{-1}\left(\frac{A_y}{A}\right) = 90.0^\circ \quad \#$$

$$\theta_z = \cos^{-1}\left(\frac{A_z}{A}\right) = 18.30^\circ \quad \#$$

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2} = 576 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

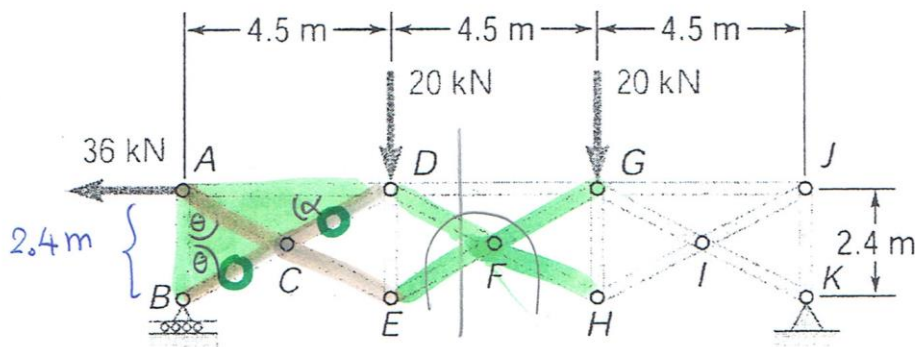
$$\phi_x = \cos^{-1}\left(\frac{M_x}{M}\right) = 6.76^\circ$$

$$\phi_y = \cos^{-1}\left(\frac{M_y}{M}\right) = 88.0^\circ$$

$$\phi_z = \cos^{-1}\left(\frac{M_z}{M}\right) = 83.6^\circ$$

ชื่อ-สกุล รหัส ตอน

ข้อที่ 4 การวิเคราะห์โครงสร้างโครงข้อหมุน (รวม 20 คะแนน)

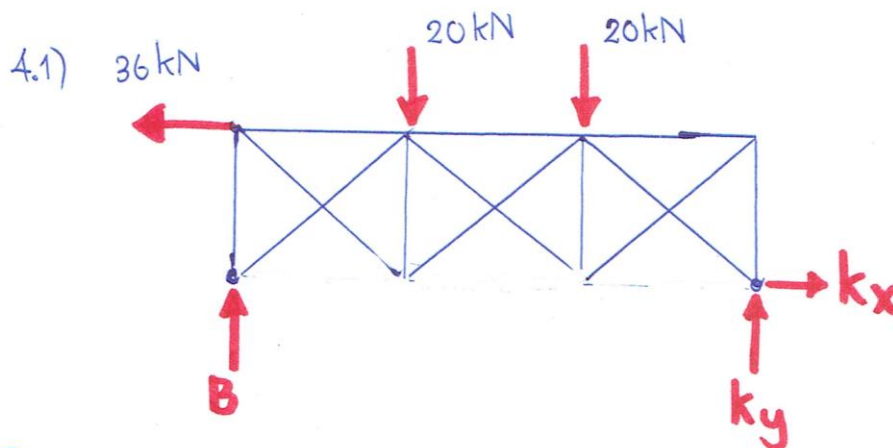


$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4.5}{2.4}\right) = 61.9^\circ$$

$$\alpha = 28.1^\circ$$

โครงสร้างโครงข้อหมุนรับแรงดังภาพด้าน จงหา มองเป็น 2D support

- 4.1) แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ B และ K (3 คะแนน)
- 4.2) จงระบุชิ้นส่วนไม่มีแรง หรือ Zero force member (3 คะแนน)



$$\sum M_K = 0 : -B(13.5) + 20(4.5) + 20(9) + 36(2.4) = 0$$

$$B = 26.4 \text{ kN } \uparrow \#$$

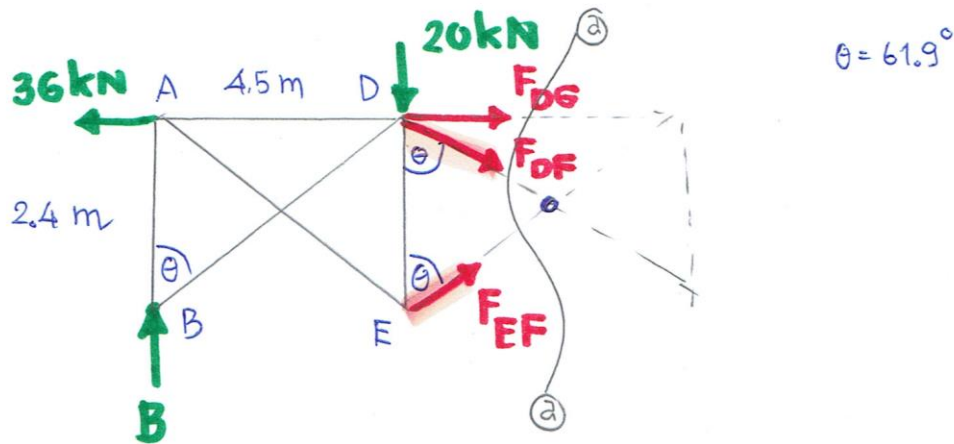
$$\sum F_x = 0 : -36 + k_x = 0 \rightarrow k_x = 36.0 \text{ kN } \rightarrow \#$$

$$\sum F_y = 0 : B + k_y - 40 = 0 \rightarrow k_y = 13.60 \text{ kN } \uparrow \#$$

4.2) Zero force member : Bc , cD

ชื่อ-สกุล รหัส ตอน

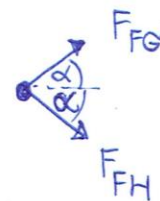
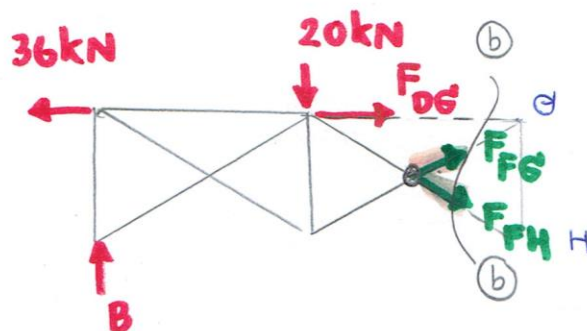
- 4.4) แรงในชิ้นส่วนที่ประกอบกัน ณ จุด F (F_D , F_E , F_G และ F_H) โดยวิธี Section Method พร้อมทั้งระบุชนิดของแรงในแต่ละชิ้นส่วน (8 คะแนน)



$$\begin{aligned} \sum M_D = 0 : & -B(4.5) + F_{EF} \sin \theta (2.4) = 0 \\ & -26.4(4.5) + F_{EF} \sin 61.9^\circ (2.4) = 0 \\ & F_{EF} = 56.1 \text{ kN (T)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 : & B - 20 + F_{EF} \cos \theta - F_{DF} \cos \theta = 0 \\ & 26.4 - 20 + 56.1 \cos 61.9^\circ - F_{DF} \cos 61.9^\circ = 0 \end{aligned}$$

$$F_{DF} = 69.7 \text{ kN (T)}$$



$$\begin{aligned} \sum M_F = 0 : & 20(4.5) - B(9) + F_{FH} \cos 28.1^\circ (1.2) + F_{FG} \sin 28.1^\circ (2.25) = 0 \\ & F_{FH} = 69.7 \text{ kN (T)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 : & B - 20 - F_{FH} \sin \alpha + F_{FG} \sin \alpha = 0 \\ & F_{FG} = 56.1 \text{ kN (T)} \end{aligned}$$

$F_{FD} = 69.7 \text{ kN (T)}$	$F_{FG} = 56.1 \text{ kN (T)}$
$F_{FE} = 56.1 \text{ kN (T)}$	$F_{FH} = 69.7 \text{ kN (T)}$