บทที่ 3
แรงและการหาแรงลัพธ์

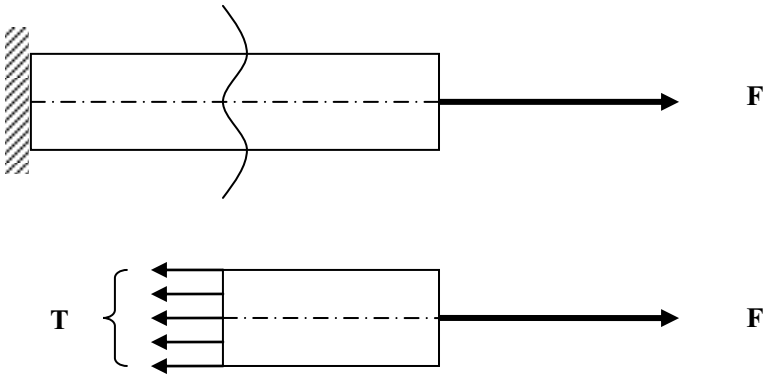
3.1 ความนำ

จากความหมายของแรงที่ได้กล่าวไว้หมายถึง อำนาจอย่างหนึ่งที่วัตถุหนึ่งกระทำอีกวัตถุหนึ่ง ผลของการกระทำเกิดขึ้น ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างและสถานที่ และมีแรงปฏิกิริยาโต้ตอบเกิดขึ้นในทิศทางตรงข้ามเสมอเสมือนแรงเป็นนามธรรม การดึงวัตถุ การฉุดการผลัก การดัดงอ เป็นการกระทำของแรงทั้งนั้น เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวคเตอร์ซึ่งมีทั้งหมดและทิศทางเพื่อความสะอาดในการคำนวณ กำหนดให้ใช้เส้นตรงแทนขนาดแสงใช้ลูกศรแทนทิศทางและกำหนดจุดที่แรงกระทำโดยทั่วไปแรงรวมหรือน้ำหนักรวมของวัตถุจะกระทำผ่านจุดศูนย์กลางความถ่วง (Center of gravity) เสมอ

3.2 ลักษณะแรงชนิดของแรง

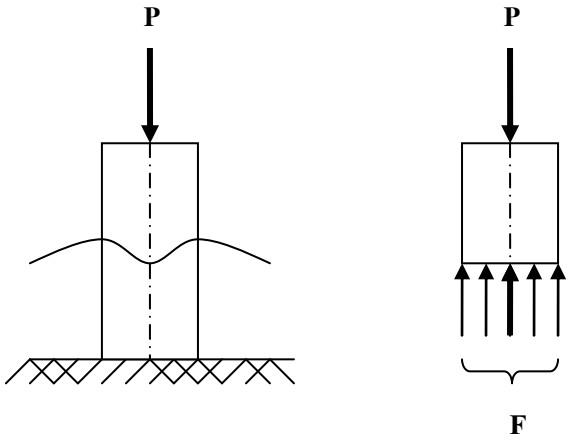
แรงแบ่งตามลักษณะของการกระทำและเกิดผลต่อวัตถุแตกต่างกันดังนี้

3.2.1 แรงดึง (Tension) หมายถึง แรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุและพยายามที่จะแยกวัตถุให้ออกจากกัน จากรูปที่ 3.1 จะเห็นว่าแรง F พยายามที่จะดึงวัตถุให้ขาดจากกันวัตถุก็จะมีแรงภายในหรือและปฏิกิริยาโต้ตอบไว้เพื่อมิให้แยกจากกัน ถ้าวัตถุอยู่ไม่ขาดจากกันหรืออยู่ในภาวะสมดุล แรง T ภายในจะเท่ากับแรง F



รูปที่ 3.1 แสดงการเกิดแรงปฏิกิริยาภายใน T = F

3.2.2 แรงอัด (Compression) หมายถึงแรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุพยายามทำให้วัตถุแตกหัก จะมีแรงภายในโต้ตอบหรือแรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากับแรงภายนอกจากรูปที่ 3.2 เมื่อวัตถุอยู่ในภาวะสมดุลแรง P ก็จะเท่ากับ F



รูปที่ 3.2 แสดงการเกิดปฏิกิริยา P = F

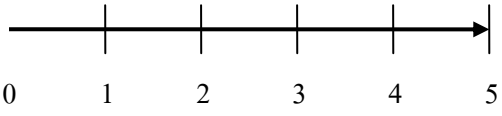
3.2.3 แรงย่อย (Component force) หมายถึงแรงหลายแรงกระทำร่วมกันที่จุดๆ หนึ่งหรือต่อวัตถุอันหนึ่ง แรงแต่ละแรงนี้เรียกว่าแรงย่อย

3.2.4 แรงขนาน (Parallel forces) หมายถึง แรงหลายแรงมากระทำร่วมกันต่อวัตถุอันหนึ่งมีทิศทางขนานกัน ทิศทางของแรงตามกันหรือตรงข้ามกันก็ตาม เราเรียกแรงขนาน

3.3 การรวมแรงและการแยกแรง

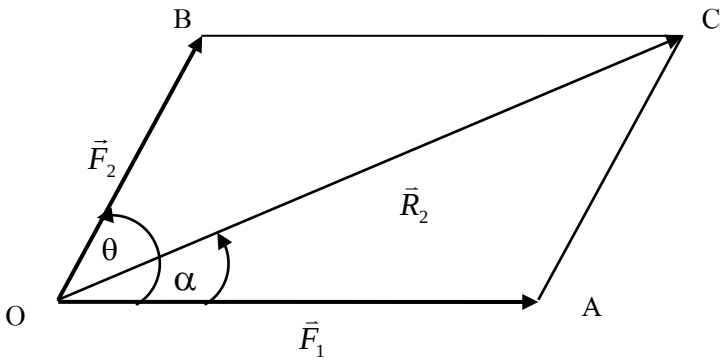
3.3.1 การรวมแรง

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ จึงสามารถเขียนแทนได้ด้วยลูกศร โดยที่ความยาวของลูกศรแทนขนาดของแรง และหัวลูกศรแทนทิศทางของแรง รูปที่ 3.3 แสดงการเขียนรูปแทนแรงที่มีขนาด 5 นิวตัน มีทิศจากซ้ายไปขวา



รูปที่ 3.3 แสดงการเขียนรูปแทนแรงที่มีขนาด 5 นิวตัน มีทิศจากซ้ายไปขวา

ถ้ามีแรง 2 แรง กระทำที่จุดเดียวกัน และทำมุมต่อกัน การเคลื่อนที่ของจุดที่แรงกระทำก็เสมือนมีแรงเพียงแรงเดียวกระทำต่อจุดนั้นเรียกแรงลัพธ์วิธีการนี้คือ การรวมแรง 2 แรง เพื่อให้เข้าใจการรวมแรงดูตามรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการรวมแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ ได้ $\vec{R}$

จากรูปที่ 3.4 แรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ กระทำที่จุด O เป็นมุม θ เมื่อรวมกันเข้าจะได้แรง $\vec{R}$ แรงนี้เป็นผลบวกระหว่าง แรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$

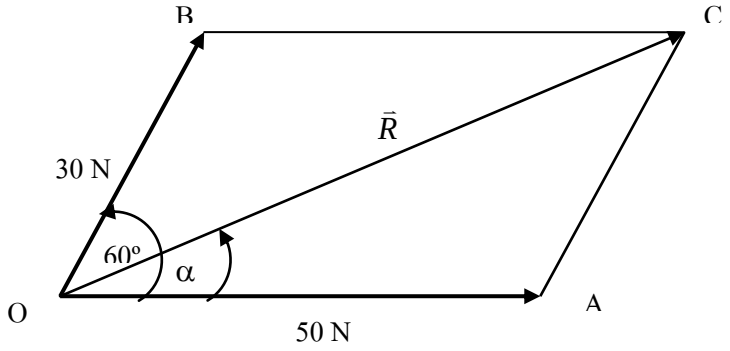
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \qquad (3.1)$$

และสามารถหาแรงลัพธ์ $\vec{R}$ ได้โดยสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน OBCA ขนาดของ $\vec{R}$ ก็คือเส้นทแยงมุม OC นั่นเอง ทิศทางของแรงลัพธ์ $\vec{R}$ จะชี้จากจุด O ไปยังจุด C แล้วสามารถทราบขนาดของ $\vec{R}$ ได้ดังนี้ เขียนมาตราส่วนของแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ ดังแสดงในรูปที่ 3.4 โดยให้ $\vec{F}_1$ ทำมุมกับ $\vec{F}_2$ เป็นมุม θ เมื่อสร้างรูปเสร็จก็วัดความยาวของ OC แล้วเทียบมาตราส่วนกลับไปก็จะได้คำตอบออกมา สำหรับทิศทางของแรงลัพธ์ $\vec{R}$ ทำมุมกับแรง $\vec{F}_1$ ได้โดยการวัดมุม α เช่นเดียวกัน

ตัวอย่างที่ 3.1 มีแรงขนาด 50 นิวตัน และ 30 นิวตัน กระทำต่อจุด O พร้อมๆ กันโดยที่แนวแรงทั้งสองทำมุมกัน 60° จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อจุดนี้

วิธีทำ เขียนรูปโดยใช้มาตราส่วน 1 ซม. ต่อ 10 นิวตัน จะได้ดังแสดงในรูปที่ 3.5

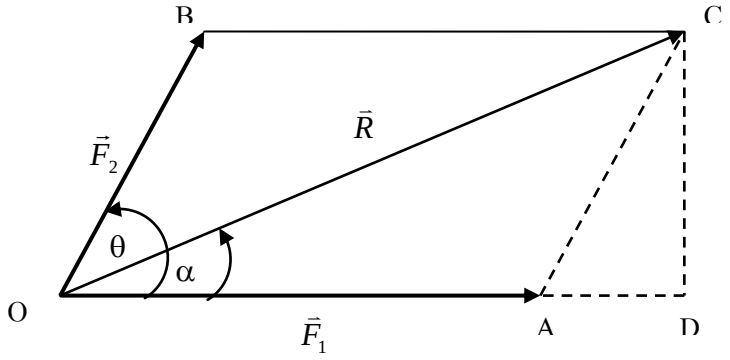
-จากจุด O ลากเส้น OA ตามแนวนอน มาตราส่วนที่กำหนดและลากเส้น OB ทำมุม 60° กับแนว OA แล้วสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน OBCA ลากเส้น OC จะแทนขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์



รูปที่ 3.5 การหาผลบวกของแรง

จากรูปที่ 3.5 ผลบวกของแรง 50 นิวตัน และ 30 นิวตัน คือ $\vec{R}$ มีขนาดเท่ากับ 70 นิวตัน ทำมุม α เท่ากบ 22° กับแนวแรง 50 นิวตัน

การหาแรงลัพธ์หรือการรวมแรงโดยการคำนวณ



รูปที่ 3.6

จากรูปที่ 3.5 มีแรง $\vec{F}_1$ และ $\vec{F}_2$ กระทำต่อจุด O และได้แรงลัพธ์ $\vec{R}$ ในแนว OA ต่อเส้น AD และลากเส้น CD ให้ตั้งฉากกับแนวแรง $\vec{F}_1$ ที่จุด D

พิจารณาสามเหลี่ยม OCD เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

ฉะนั้น $OC^2 = OD^2 + CD^2$

$= (OA + AD)^2 + CD^2$

$= OA^2 + AD^2 + 2(OA)(AD) + CD^2$ (a)

พิจารณาสามเหลี่ยม ACD เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

ฉะนั้น $AD^2 = AC^2 - CD^2$ (b)

แทน (b) ลงใน (a) จะได้

$$OC^2 = OA^2 + AC^2 - CD^2 + 2(AD) + CD^2$$

$$= OA^2 + AC^2 + 2(OA)(AD) \quad (c)$$

พิจารณาสามเหลี่ยม ACD เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก และมุม CAD = θ

$$\therefore \cos\theta = \frac{AD}{AC} \text{ หรือ } AD = AC\cos\theta$$

แทนลงใน (c) จะได้

$$OC^2 = OA^2 + AC^2 + 2(OA)(AC)\cos\theta$$

หรือ $$R^2 = F_2^1 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta \quad (3.2)$$

และเนื่องจาก $\vec{R}$ เป็นปริมาณเวกเตอร์ ต้องบอกทิศทางด้วย ซึ่งสามารถหามุมที่ $\vec{R}$ ทำกับ $\vec{F}_1$ คือ α จากรูปที่ 3.6

พิจารณาจาก Δ OCD ได้

$$\text{Tan}\,\alpha = \frac{CD}{OD}$$

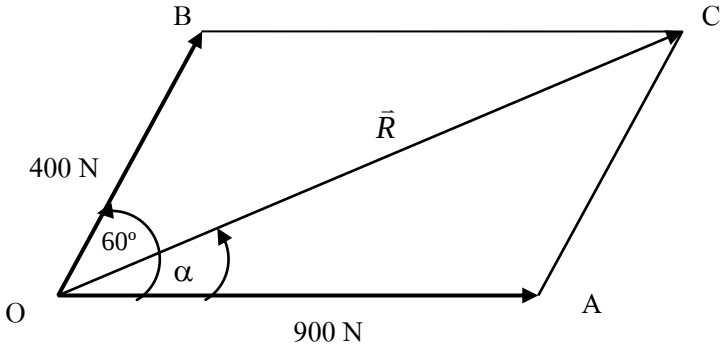
และ Δ ACD ได้ CD = AC sin θ

$$\because \quad OD = OA + AD = OA + AC\cos\theta$$

ดังนั้น $$\tan\alpha = \frac{AC\sin\theta}{OA + AC\cos\theta}$$

หรือ $$\tan\alpha = \frac{F_1\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta} \quad (3.3)$$

ตัวอย่างที่ 3.2 จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ ($\vec{R}$) ของแรงย่อยที่มีขนาดและทิศทางตามรูปที่ 3.7 โดย การคำนวณ



รูปที่ 3.7

วิธีทำ จากสมการ 3.2

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$

$F_1 = 900\ N$

$F_2 = 400\ N$

$\theta = 60^\circ$

$$R = \sqrt{900^2 + 400^2 + (2)(400)(900)\cos 60^\circ}$$

$$R = \sqrt{1330000}$$

$R = 1153.25\ N$

หาทิศทาง จากสมการ 3.3

$$\text{Tan}\,\alpha = \frac{400\sin 60^\circ}{900 + 400\cos 60^\circ}$$

$\text{Tan}\,\alpha = 0.3149$

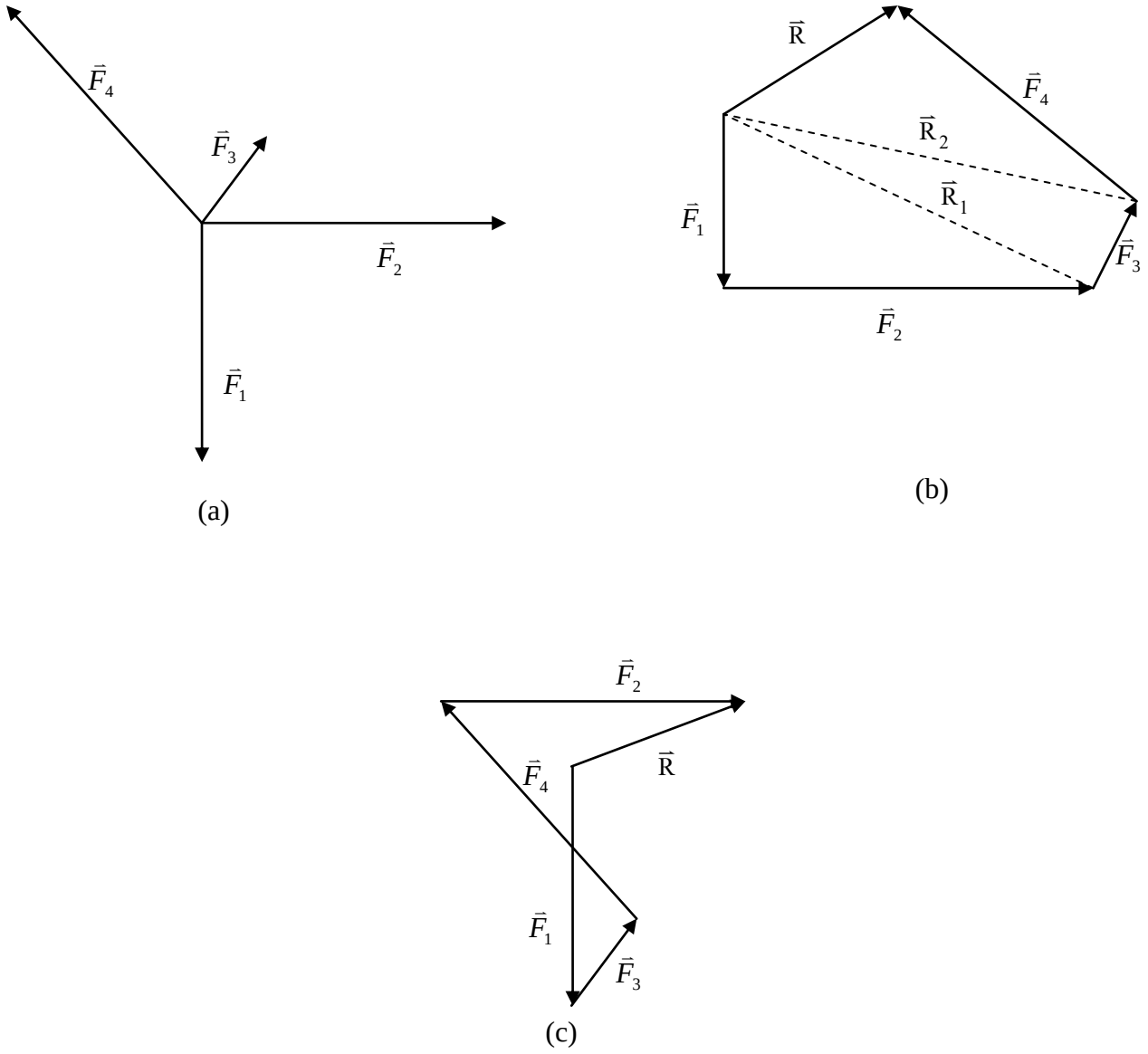
$\alpha = 17.48^\circ$

แรงลัพธ์มีขนาด 1153.25 N มีทิศทำมุมกับแนวนอน 17.48°

3.3.2 การรวมแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันโดยวิธีสร้างรูปหลายเหลี่ยม (Polygon Method)

ถ้าต้องการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำร่วมกัน ณ จุดๆ หนึ่ง และแรงเหล่านั้นอยู่ในระนาบเดียวกัน เราสามารถหาได้โดยการสร้างรูปหลายเหลี่ยมแทนแรง ดังนี้

ใช้ปลายลูกศรของแรงหนึ่งต่อหัวลูกศรของอีกแรงหนึ่งเรื่อยๆ ไปจนครบหมดทุกแรง (โดยเริ่มที่แรงใดก่อนก็ได้ เพราะลำดับการเรียงไม่สำคัญ) ในที่สุดจะได้รูปหลายเหลี่ยมเปิดซึ่งมีหัวลูกศรวนไปทางเดียวกัน แล้วลากลูกศรปิดรูปหลายเหลี่ยมนี้โดยให้หัวลูกศรมีทิศทางสวนกับแนววนของแรงชุดนั้น ลูกศรอันนี้จะแทนแรงลัพธ์ที่ต้องการ ดูในรูปที่ 3.8 (c)



รูปที่ 3.8 แสดงการหาแรงลัพธ์ของแรงย่อยหลายแรง

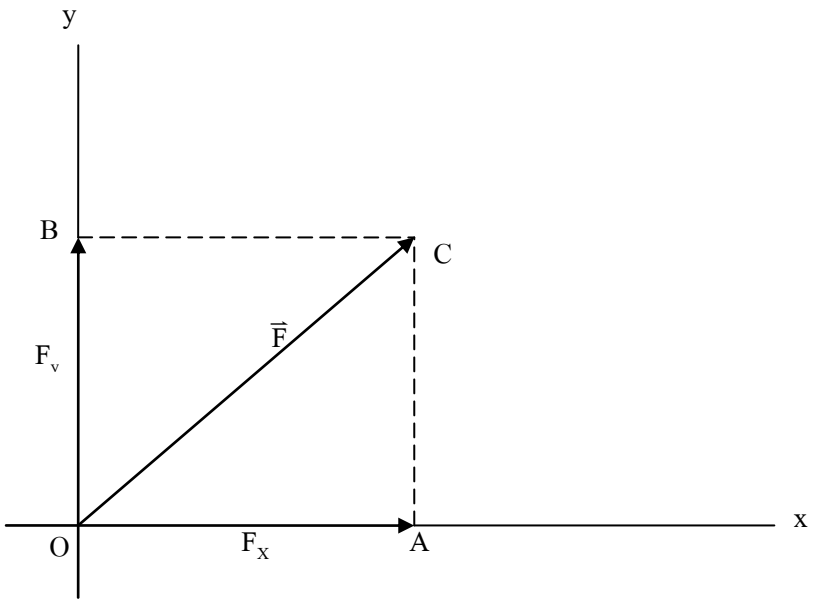
พิจารณารูป 3.8 (b) จะเห็นว่าวิธีนี้สอดคล้องกับวิธีหาแรงลัพธ์ของแรงทีละคู่ โดยวิธีสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือ $\vec{R}_1$ แทนแรงลัพธ์ของแรง $\vec{F}_1$ กับ $\vec{F}_2$, $\vec{R}_2$ แทนแรงลัพธ์ของ $\vec{R}_1$ กับ $\vec{F}_3$ และ $\vec{R}$ แทนแรงลัพธ์ $\vec{R}_2$ กับ $\vec{F}_4$

การรวมแรงโดยวิธีนี้ ถ้าเขียนรูป หรือวัดความยาวไม่ละเอียด ก็จะทำให้ผลที่ได้ออกมาเกิดความคลาดเคลื่อนได้

3.3.3 การแยกแรง

แรง 2 แรง สามารถที่จะรวมกันเป็นแรงลัพธ์เพียงแรงเดียวได้ ในทางตรงกันข้ามแรงหนึ่งแรงก็สามารถแยกหรือแตกออกเป็นแรงย่อยได้ 2 แรง ตั้งฉากซึ่งกันและกันได้ ดังนี้

วิธีเขียนรูปดูตามรูป 3.9 มีแรง $\vec{F}$ กระทำเป็นมุม θ กับแนวนอนจากปลายของแรง $\vec{F}$ ลากเส้นตรงให้ขนานกับแกน Y ตัดแกน X ที่จุด A ; OA จะแทนทั้งขนาดและทิศทางของแรงย่อย F_x ในทำนองเดียวกัน จากปลายของแรง $\vec{F}$ ลากเส้นตรงให้ขนานกับแกน X ตัดแกน Y ที่ B ; OB จะแทนทั้งขนาดและทิศทางของแรงย่อย F_y



รูปที่ 3.9

3.3.4 การคำนวณการแยกแรง

อาศัยอัตราส่วนทางตรีโกณมิติ คือค่า sine, cosine, tangent ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับด้านที่เราต้องการหา เมื่อทราบขนาดของแรง $\vec{F}$ และมุมที่แรง $\vec{F}$ กระทำกับแนวตั้ง หรือแนวนอน ตามรูปที่ 3.9 สามเหลี่ยม OAC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก มีมุม OAC เป็นมุมฉาก จะต้องหาด้าน AC ซึ่งเท่ากับด้าน OB แทนแรง F_y ซึ่งเป็นด้านตรงข้ามมุม θ การหาค่าจะต้องใช้อัตราส่วน sine ในทำนองเดียวกัน ถ้าต้องการหาด้าน OA ซึ่งเป็นด้านประชิดมุม จะต้องใช้อัตราส่วน cosine ดังนี้ หาด้าน AC

$$\sin\theta = \frac{AC}{OC}$$

$$AC = OC \sin\theta$$

$$OC = F$$

$$AC = F$$

$$F_y = F \sin \theta \quad (3.4)$$

หาด้าน OA

$$\cos \theta = \frac{OA}{OC}$$

$$OA = OC \cos \theta$$

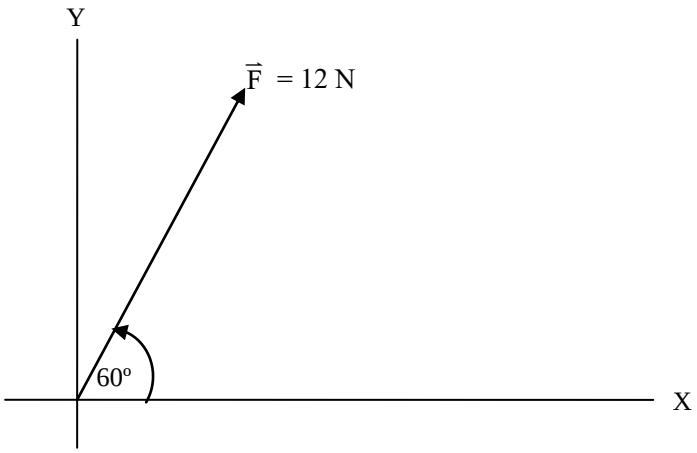
$$OC = F$$

$$OA = F$$

$$F_x = F \cos \theta \quad (3.5)$$

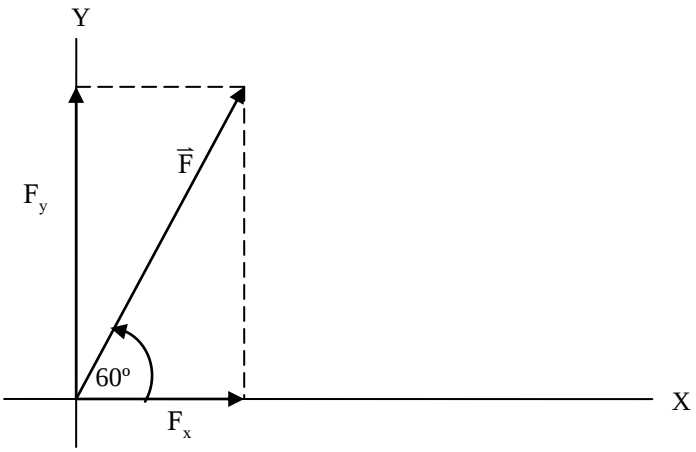
สรุป ถ้าแรงที่จะแยกทำมุม θ กับแกนอ้างอิงอันหนึ่ง ขนาดแรงย่อยในแนวแกนอ้างอิงนั้น จะเท่ากับขนาดของแรงที่จะแยกคูณกับ $\cos\theta$ ส่วนขนาดของแรงย่อยในแนวแกนอ้างอิงอีกอันหนึ่ง ซึ่งตั้งฉากกับแกนอ้างอิงอันแรกจะเท่ากับขนาดของแรงที่จะแยกคูณกับ $\sin \theta$

ตัวอย่างที่ 3.3 จงแยกแรง F = 12 N แรงต่อไปนี้ให้อยู่ในแนวแกน X และแกน Y กำหนดทิศทางของแรงโดยค่ามุม $\theta = 60^\circ$ ตามรูปที่ 3.10 โดยการคำนวณ



รูปที่ 3.10

<u>วิธีทำ</u>



รูปที่ 3.11

ขนาดของแรงในแนวแกน X; F_x = F cos θ

= 12 cos 60

= 12 x 0.5

= 6 N

ขนาดของแรงในแนวแกน Y ; F_x = F sin θ

= 12 sin 60

= 12 x 0.866

= 10.4 N

ขนาดของแรงในแนวแกน Y ; F_y = F sin θ

= 12 sin 60

= 12 x 0.866

= 10.4 N

แรงในแนวแกน X มีค่า 6 นิวตัน

แรงในแนวแกน Y มีค่า 10.4 นิวตัน ตอบ

3.3.5 การรวมแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันโดยวิธีแยกแรง

มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

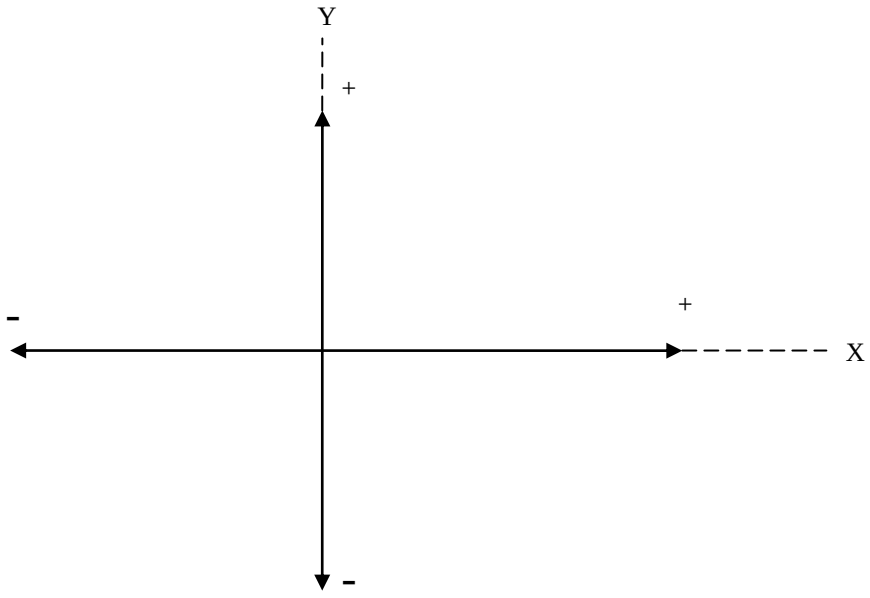
(1) แยกแรงทุกแรงให้อยู่ในแกน X แกน Y

(2) รวมแรงในแกน X และแรงในแนวแกน Y

โดยให้ $\sum F_x$ = ผลรวมของแรงทางพีชคณิตในแนวแกน X

$\sum F_y$ = ผลรวมของแรงทางพีชคณิตในแนวแกน Y

(3) การหา $\sum F_x$ และ $\sum F_y$ คิดเครื่องหมายเช่นเดียวกับวิชากราฟ ดังรูป 3.12



รูปที่ 3.12

แนวแกน X ; ทิศไปทางขวาเป็น +
ทิศไปทางซ้ายเป็น -

แนวแกน Y ; ทิศขึ้นข้างบนเป็น +
ทิศลงข้างล่างเป็น -

หาขนาดของ $\sum F$ โดยอาศัยสมการ 3.6 ดังนี้

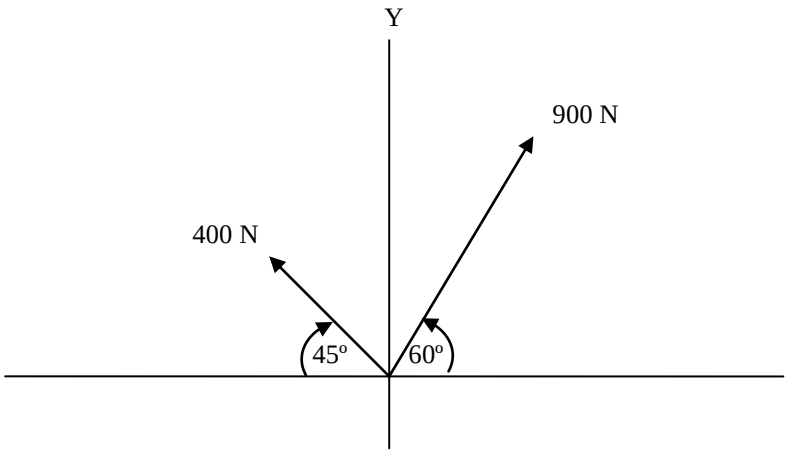
$$\sum F = \sqrt{\left(\sum F_x\right)^2 + \left(\sum F_y\right)^2} \qquad (3.6)$$

หาทิศทางของ $\sum F$ ดังนี้

ถ้าให้ θ มุมที่ $\sum F_x$ กระทำกับแกน X จะได้

$$\tan\theta = \frac{\sum F_y}{\sum F_x}$$

ตัวอย่างที่ 3.4 จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ ของแรงต่างๆ ที่มากระทำร่วมกันโดยมีขนาดและทิศทางตามรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13

วิธีทำ แยกแรง 400 N ไปตามแกน X = 400 cos 45°

แยกแรง 400 N ไปตามแกน Y = 400 sin 45°

แยกแรง 900 N ไปตามแกน X = 900 cos 60°

แยกแรง 900 N ไปตามแกน Y = 900 sin 60°

รวมแรงตามแกน x, $\sum F_x$ = +900 cos 60° – 400 cos 45°

รวมแรงตามแกน X; $\sum F_x$ = + 900 cos 60° – 400 cos 45°

$\sum F_x$ = 167.15 N

รวมแรงตามแกน Y; $\sum F_y$ = + 900 sin 60° – 400 sin 45°

$\sum F_y$ = 1062.2 N

$$R = \sqrt{\left(\sum F_x\right)^2 + \left(\sum F_y\right)^2}$$

$$= \sqrt{167^2 + 1062^2}$$

= 1075 N

หาทิศทางของแรงลัพธ์ $\tan\theta = \frac{\sum F_y}{\sum F_x}$

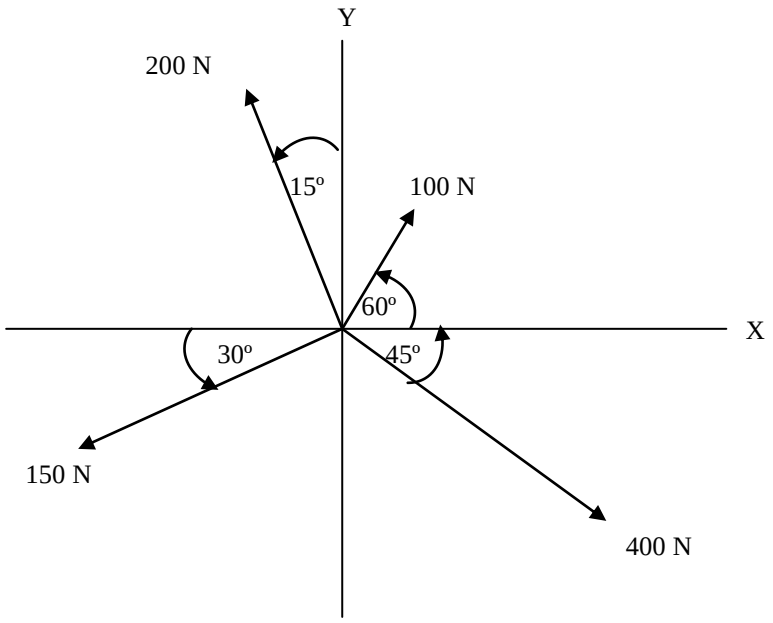
$\tan\theta = \frac{1062}{167}$

$\theta = 6.36$

$= 81.05^\circ$

แรงลัพธ์มีขนาด 1075 นิวตัน มีทิศทำมุมกับแกน X 81.05°

ตัวอย่างที่ 3.5 จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ ของแรง 100 N, 200 N, 400 N และ 150 N มีทิศทางตามรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14

วิธีทำ (1) แยกแรงให้อยู่ตามแนวแกน X และ Y

แรง 200 N

แยกแรง 200 ไปตามแกน X = $200 \sin 15^\circ$

แยกแรง 200 ไปตามแกน Y = $200 \cos 15^\circ$

แรง 150 N

แยกแรง 150 ไปตามแกน X = $150 \sin 30^\circ$

แยกแรง 150 ไปตามแกน Y = $150 \cos 30^\circ$

แรง 400 N

แยกแรง 400 ไปตามแกน X = $400 \sin 45^\circ$

แยกแรง 400 ไปตามแกน Y = $400 \cos 45^\circ$

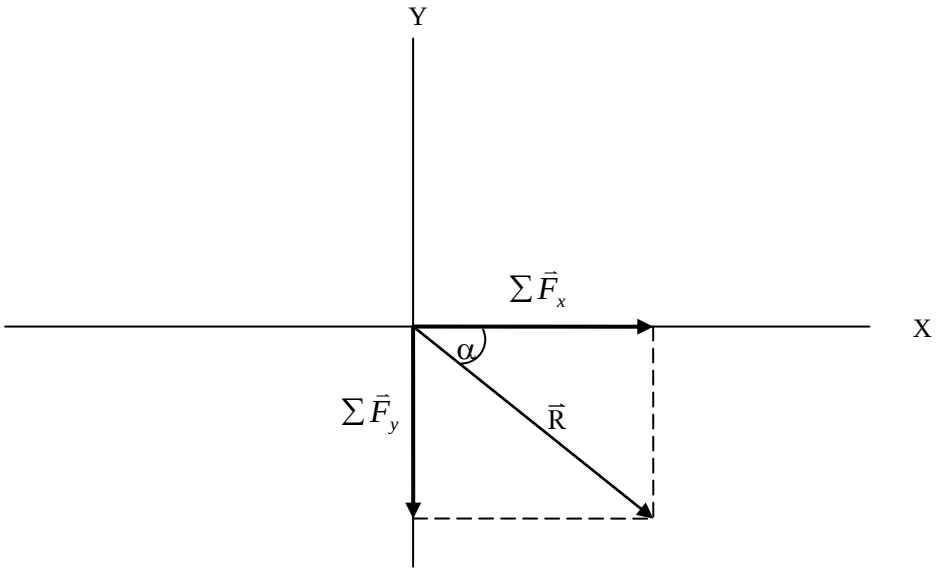
แรง 100 N

แยกแรง 100 ไปตามแกน X = $100 \sin 60^\circ$

แยกแรง 100 ไปตามแกน Y = $100 \cos 60^\circ$

(2) รวมแรงตามแกน X และแกน Y

$$\sum F_x = -200 \sin 15^\circ - 150 \cos 30^\circ + 100 \cos 60^\circ + 400 \cos 45^\circ$$
$$= 51.76 - 130.0 + 50 + 282.8$$
$$= +150.94$$
$$\sum F_y = +200 \cos 15^\circ + 100 \sin 60^\circ - 150 \sin 30^\circ - 400 \sin 45^\circ$$
$$= +193.1 + 86.6 - 75 - 282.8$$
$$= -78.1$$



รูปที่ 3.15

(3) หาขนาดของแรงลัพธ์ (R)

$$R = \sqrt{\left(\sum F_x\right)^2 + \left(\sum F_y\right)^2}$$

$$= \sqrt{(150.94)^2 + (78.1)^2}$$

$$R = 169.94 \text{ N}$$

(4) หาทิศทางของแรงลัพธ์

$$\tan = \frac{F_y}{F_x}$$

$$= \frac{78.1}{150.94}$$

$$\tan = 0.517$$

$$= 27.3^\circ$$

แรงลัพธ์มีขนาด 169.94 นิวตัน มีทิศทำมุมกับแกน x 27.3° ดังรูป 1.21 ตอบ

แบบฝึกหัดบทที่ 3

1. แรง 2 แรง ขนาด 8 และ 12 หน่วย กระทำต่อวัตถุหนึ่งที่จุดเดียวกันเป็นมุม
ก. (0 °) ข. (60 °) ค. (150 °) ง. (180 °)
จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์เทียบกับแรงค่าน้อย

2. จงหามุมระหว่างแรง 2 แรงซึ่งมีขนาด 12 และ 16 N โดยที่แรงลัพธ์มีขนาด
(ก) 20 N, (ข) 12 N ให้เขียนรูปประกอบการคำนวณด้วย

3. แรง 2 แรงทำมุม 120° ซึ่งกันและกัน ถ้าแรงหนึ่งมีขนาด 20 N และทำมุม 40° กับแรงลัพธ์ จงหาขนาดของแรงอีกแรงหนึ่ง และแรงในกรณีนี้ด้วย

4. เวกเตอร์รวมของเวกเตอร์ย่อยคู่หนึ่ง มีค่า 16 หน่วย และทำมุม 35° กับเวกเตอร์ย่อยอีกตัวหนึ่งซึ่งยาว 18 หน่วย จงหาขนาดของเวกเตอร์ย่อยอีกตัวหนึ่ง และมุมระหว่างเวกเตอร์ย่อยทั้งสอง

5. จงหามุมระหว่างเวกเตอร์ย่อย 2 ตัว ซึ่งยาว 12 และ 16 หน่วย และเวกเตอร์รวมทำมุม 50° กับเวกเตอร์ตัวยาว จงหาขนาดของเวกเตอร์รวมด้วย

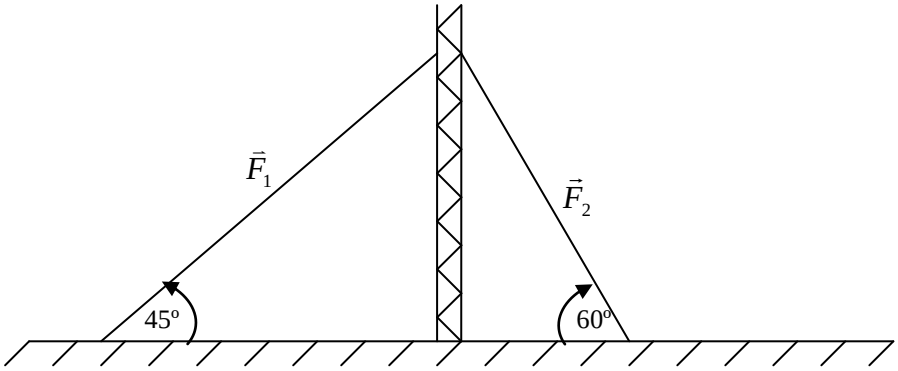
6. แรงลัพธ์ของแรงย่อยสองแรงมีค่าเท่ากับ 30 หน่วย และทำมุม 25° กับ 50° กับแรงย่อยทั้งสองจงหาขนาดของแรงย่อยทั้งสองนั้น

7. จงแยกแรงขนาด 100 N ซึ่งทำมุม 30° กับแกน X ให้ไปอยู่ในแนวแกน X และแกน Y

8. ชายคนหนึ่งออกแรงดันเครื่องตัดหญ้าด้วยแรง 80 N ถ้าออกแรงผลักในทิศทำมุม 40° เหนือแนวระดับ จงหาแรงที่กดพื้นสนามหญ้า

9. จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของแรง 60 N ทำมุม 45° กับแกน Y แรง 20 N ทำมุม 90° กับแกน Y และแรง 40 N ทำมุม 300° กับแกน Y มุมทุกมุมวัดตามเข็มนาฬิกา

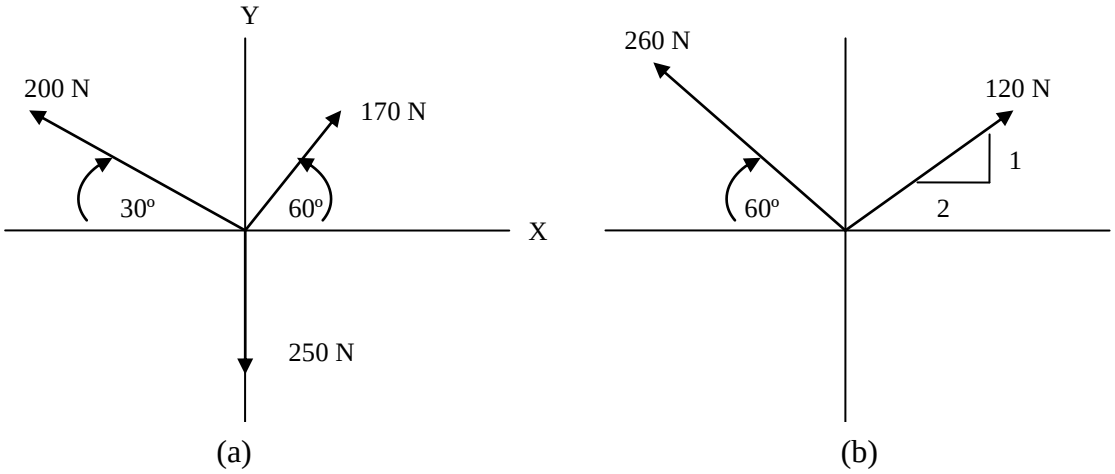
10. เสาต้นหนึ่งยึดฐานด้วยบางพับมีลวดสลิงยึด 2 เส้น ถ้าลวดเส้นหนึ่งดึงด้วยแรง $F_1 = 180$ ลวดอีกเส้นหนึ่งจะต้องดึงด้วยแรงเท่าไร เสานี้จึงจะต้องตรง



รูปที่ 3.16

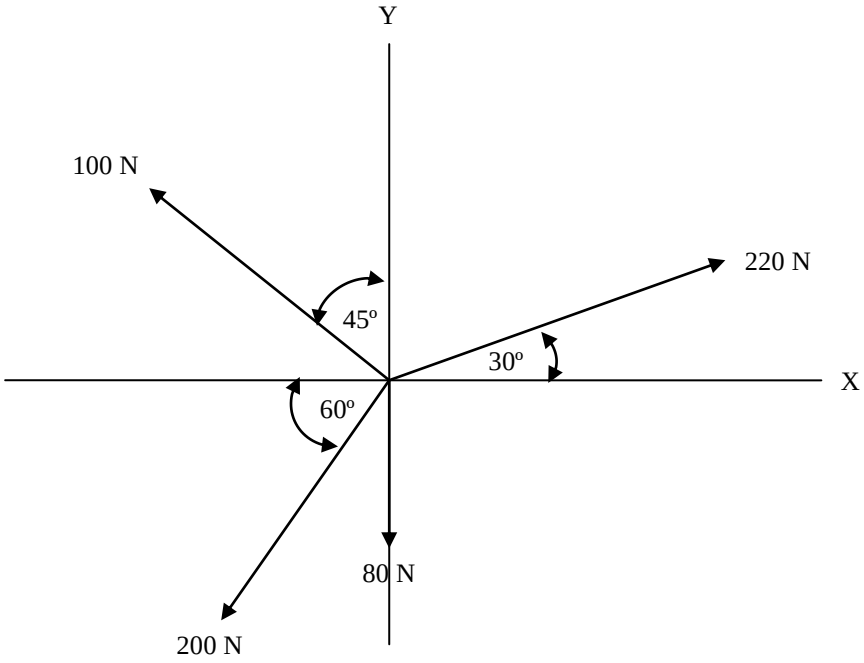
11. แรงขนาด 10 kN มีทิศทำมุม 45° กับแนวราบ ถ้าทนแรงนี้ด้วยแรง 2 แรง ให้แรงหนึ่ง คือ F อยู่ในแนวราบ อีกแรงหนึ่งมีค่า 8 kN จงหาค่า F และทิศทางของแรง 8 kN

12. จงหาขนาดของแรงลัพธ์ของแรงต่อไปนี้ และหาทิศที่แรงลัพธ์กระทำกับแกน X



รูปที่ 3.16

13. จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ ของแรงย่อยต่อไปนี้



รูปที่ 3.17