ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
ใบงานที่ใช้ในการเรียนเพิ่มทักษะการเขียนแบบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบงานที่ 1

สเกลาร์และเวคเตอร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษารู้จักและเข้าใจหลักการของวิชากลศาสตร์ ในเรื่องสเกลาร์และเวคเตอร์
2. เพื่อให้นักศึกษานำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลากหลายในทางวิศวกรรมได้

ตัวอย่างที่ 1

$\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 4\hat{k}$ $\quad \vec{B} = 2\hat{i} - 3\hat{j}$ Find $\vec{A} \times \vec{B}$, $\vec{A} \cdot \vec{B}$ and θ

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} & \hat{i} & \hat{j} \\ 3 & 2 & 4 & 3 & 2 \\ 2 & -3 & 0 & 2 & -3 \end{vmatrix}$$

$$= 8\hat{j} - 9\hat{k} - 4\hat{k} + 12\hat{i}$$

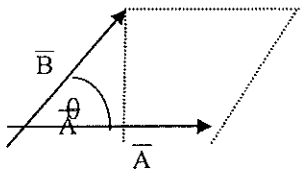
$$= 12\hat{i} + 8\hat{j} - 13\hat{k} \quad \#$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = 6 - 6 = 0 \quad \#$$

$$\theta = \cos^{-1} 0 = \frac{\pi}{2} \quad \#$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Application for cross products



$$\text{area} = \text{Base x Height}$$

$$= |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \sin\theta$$

$$= |\vec{A} \times \vec{B}| \quad \#$$

Scalar Triple products

$$V = \vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C})$$

ให้ $\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$

$\vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}$

$\vec{C} = C_x \hat{i} + C_y \hat{j} + C_z \hat{k}$

$$\vec{B} \times \vec{C} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} & \hat{i} & \hat{j} \\ B_x & B_y & B_z & B_x & B_y \\ C_x & C_y & C_z & C_x & C_y \end{vmatrix}$$

$$= (B_y C_z - B_z C_y)\hat{i} + (B_z C_x - B_x C_z)\hat{j} + (B_x C_y - B_y C_x)\hat{k}$$

$$\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = A_x(B_y C_z - B_z C_y) + A_y(B_z C_x - B_x C_z) + A_z(B_x C_y - B_y C_x)$$

V (ปริมาตร) = พื้นที่ฐาน x สูง

$= |\vec{B} \times \vec{C}| \; |\vec{A}| \cos x$

$= \vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C})$ **Ans**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบงานที่ 2

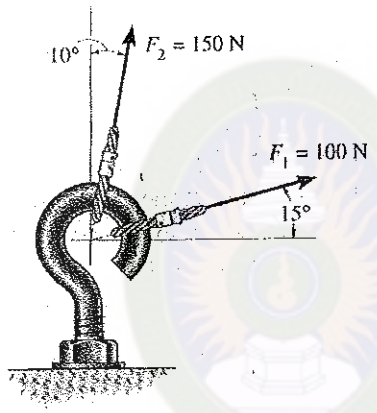
ระบบแรงและแรงลัพธ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษารู้จักและเข้าใจหลักการของวิชากลศาสตร์ ในเรื่องระบบแรงและแรงลัพธ์
2. เพื่อให้นักศึกษานำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลากหลายในทางวิศวกรรมได้

ตัวอย่างที่ 2

สกรู ดังรูปถูกกระทำด้วยแรง $\bar{F}_1$ และ $\bar{F}_2$ จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์



Solution

$$\vec{F} = \bar{F}_1 + \bar{F}_2 \quad \Longrightarrow \quad \bar{F}_1 = 100\cos 15^\circ\ \hat{i} + 100 \sin 15^\circ\ \hat{j}$$

$$\bar{F}_2 = 150 \cos 80^\circ\ \hat{i} + 150 \sin 80^\circ\ \hat{j}$$

$$|\bar{F}| = \sqrt{(100\cos 15^\circ + 150\cos 80^\circ)^2 + (100\sin 15^\circ + 150\sin 80^\circ)^2}$$

$$= 212.6 \text{ N} \quad \#$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{F_y}{F_x} = \tan^{-1}\frac{100\sin 15^\circ + 150\sin 80^\circ}{100\cos 15^\circ + 150\cos 80^\circ}$$

$$= 54.8^\circ \quad \underline{\textbf{Ans}}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบงานที่ 3

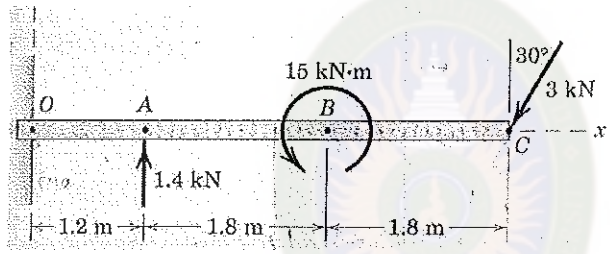
สภาพสมดุล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษารู้จักและเข้าใจหลักการของวิชากลศาสตร์ ในเรื่องสภาพสมดุล
2. เพื่อให้นักศึกษานำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลากหลายในทางวิศวกรรมได้

ตัวอย่างที่ 3

beam คงที่มวล 500 kg ถูกกระทำด้วยแรงภายนอก 3 แรง ดังรูป จงคำนวณหาแรงปฏิกิริยาและโมเมนต์ที่จุดหมุน O กำหนดให้ระนาบ xy อยู่ในแนวดิ่ง



Solution $\sum \vec{F} = 0$

$\sum F_x = 0$; $F_{xo} - 3\sin 30^\circ = 0$

$F_{xo} = 1.5$ kN #

$\sum Fy = 0$; $F_{yo} + 1.4 - 0.5\,(10) - 3\cos 30^\circ = 0$

$F_{yo} = 1.5\sqrt{3} + 5 - 1.4$

$= 6.198$ kN #

$\sum M_o = 0$

$M_O + 1400\,(1.2) - 5000\,(2.4) + 15000 - 3000\cos 30^\circ\,(4.8) = 0$

$M_O + 1680 - 12000 + 15000 - 12470 = 0$

$M_O - 7790 = 0$

$\therefore M_O = 7790$ N.m **Ans**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

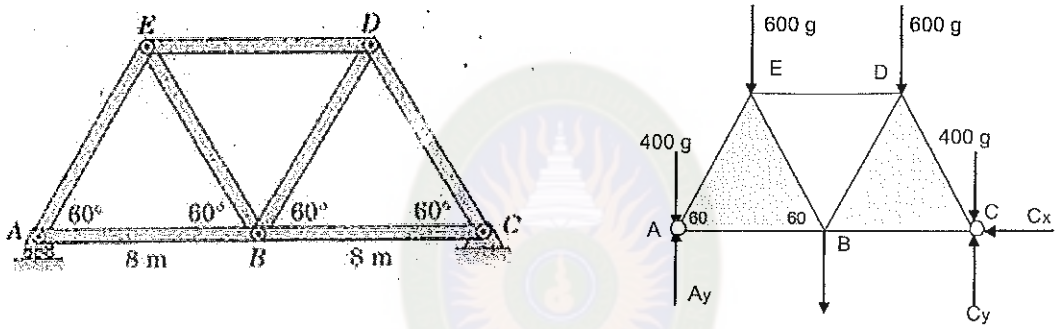
ใบงานที่ 4

การวิเคราะห์โครงสร้าง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษารู้จักและเข้าใจหลักการของวิชากลศาสตร์ ในเรื่องการวิเคราะห์โครงสร้าง
2. เพื่อให้นักศึกษานำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลากหลายในทางวิศวกรรมได้

ตัวอย่างที่ 4 ชิ้นส่วนของโครงสร้างแต่ละชิ้นทำด้วยแท่งเหล็กขนาดยาว 8 เมตร มวล 400 kg จง คำนวณหา แรงดึงและแรงกดเฉลี่ยในแต่ละชิ้นส่วนของโครงสร้างเนื่องจากน้ำหนัก



Solution 1. น้ำหนักจะกดลงบนจุดเชื่อมของแต่ละหมุดโดยเฉลี่ยหมุดละ 200g

ดังนั้น B มี 4 หมุด = 800g

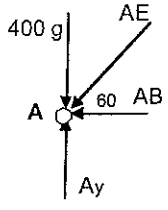
2. free body diagram ของโครงสร้างเพื่อคำนวณหาแรงที่รองรับจุด A

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$\sum M_C = 0 ; \qquad A_y(16) - 400g\,(16) - 600g(12) - 800g\,(8) - 600g\,(4) = 0$$

$$A_y = \frac{22400\,g}{16} = 1400g \quad N$$

Consider Joint A



$$\sum F_y = 0$$

$$1400g - 400g - AE\sin 60^\circ = 0$$

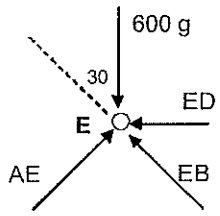
$$AE = \frac{1000\,g}{\sin 60} = \frac{2000\,g}{\sqrt{3}} = 11.316 \text{ kN (C) } \#$$

$$\sum F_x = 0 ; \quad -AB - AE\cos 60 = 0$$

$$AB = -\frac{11.316}{2} = -5.65 \text{ kN}$$

$$AB = 5.65 \text{ kN (T)} \quad \#$$

Consider Joint E



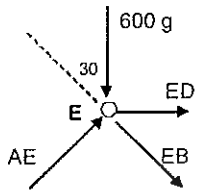
$\sum F_y = 0$; EBsin60 + AEsin60 – 600g = 0

$$EB = [-11.316 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 600g] \times \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$= [-1000g + 600g] \times \frac{2}{\sqrt{3}} = -\frac{800g}{\sqrt{3}}$$

= -4.53 kN = 4.53 (T) #

รูปที่ถูกต้อง



$\sum F_x = 0$; $-EB \cos 60 - ED + AE \cos 60^\circ = 0$

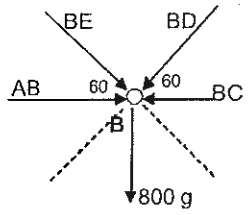
ED = EBcos60 – AEcos60

= (–4.53–11.316)/2 = –7.923 kN

= 7.92 kN (T) #

ข้อสังเกต เครื่องหมายที่เป็นลบแสดงว่ารูปที่สร้างขึ้นมีทิศทางที่ไม่ถูกต้อง

Consider Joint B



-BD sin 60 – BE sin 60 – 800g = 0

$\sum F_y = 0$; $BD = (-BE \sin 60 - 800g)/\sin 60$

$$= (4.53 (\frac{\sqrt{3}}{2}) - 7.84) \times \frac{2}{\sqrt{3}}$$

= -4.53 kN # = 4.53 kN (T)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$\sum F_x = 0$; $-BC + AB + BE \cos 60 - BD \cos 60^\circ = 0$

$BC = -BD \cos 60 + AB + BE \cos 60^\circ$

$$= \frac{4.53}{2} + 5.65 - \frac{4.53}{2}$$

= 5.65 kN (C) #

$\sum F_y = 0$; $-BC + AB + BE \cos 60 - BD \cos 60^\circ = 0$

$BC = BD \cos 60 + AB + BE \cos 60^\circ$

$$= \frac{4.53}{2} + 5.65 - \frac{4.53}{2}$$

= 5.65 kN (C) **Ans**

ใบงานที่ 5

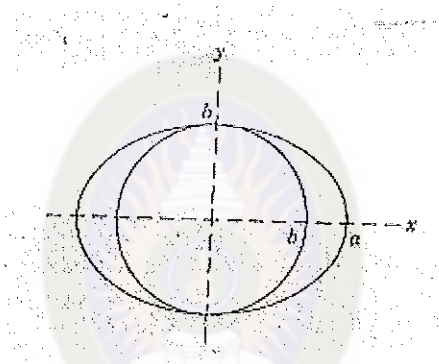
ความเสียดทาน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษารู้จักและเข้าใจหลักการของวิชากลศาสตร์ ในเรื่องความเสียดทาน
2. เพื่อให้นักศึกษานำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลากหลายในทางวิศวกรรมได้

ตัวอย่างที่ 5

จงหาค่าแห่งของจุด Centroid ของพื้นที่แรเงาระหว่างรูปวงกลมและ ellipse



Solution

(1) x-axis is symmetry of area, So Centroid is $(\bar{x},0)$

(2) ellipse equation ; $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$

$$x' = \frac{a}{b}\sqrt{b^2-y^2}$$

circle equation, $x^2+y^2=b^2$

$$x = \sqrt{b^2-y^2}$$

$$dA = (x'-x)dy = (\frac{a}{b}-1)(\sqrt{b^2-y^2})\,dy$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$x_c = \frac{x' + x}{2}$$

$$A = \int_{-b}^{b} (\frac{a}{b} - 1)(\sqrt{b^2 - y^2})\, dy$$

$$= (\frac{a}{b} - 1) \int_{-b}^{b} (b^2 - y^2)^{\frac{1}{2}}\, dy$$

give $y = b\sin\theta \quad dy = b\cos\theta\, d\theta$

$$\therefore \int (b^2 - y^2)\, dy = \int (b^2 - b^2 \sin^2\theta)^{\frac{1}{2}})\, b\cos\theta\, d\theta$$

$$= \int (b\cos\theta)(b\cos\theta)d\theta = \int b^2 \cos^2\theta d\theta$$

$$= b^2 \int \cos^2\theta d\theta = b^2 \int (\frac{\cos 2\theta + 1}{2}\, d\theta$$

$$= 2\frac{b^2}{2}\left[\frac{\sin 2\theta}{2} + \theta\right]_0^{\frac{\pi}{2}} = b^2\left[0 + \frac{\pi}{2} - 0\right]$$

$$\therefore A = (\frac{a}{b} - 1)(b^2 \frac{\pi}{2}) = \frac{\pi ab}{2} - \frac{\pi b^2}{2} = \frac{\pi}{2}(ab - b^2)$$

จาก $A\bar{x} = \int x_c\, dA$

$$\frac{1}{2}\pi(ab - b^2)\bar{x} = \int_{-b}^{b} (\frac{x' + x}{2})(x' - x)\, dy$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$= \frac{1}{2} \int_{-b}^{b} (x'^2 + x^2)\, dy$$

$$= \int_{0}^{b} \left[\frac{a^2}{b^2}\left(b^2 - y^2\right)\right] - \left[b^2 - y^2\right] dy$$

$$= \int_{0}^{b} (\frac{a^2}{b^2} - 1)(b^2 - y^2)\, dy$$

$$= \left(\frac{a^2}{b^2} - 1\right)\left[b^2 y - \frac{y^3}{3}\right]_0^b$$

$$= \left(\frac{a^2}{b^2} - 1\right)\left(b^3 - \frac{b^3}{3}\right)$$

$$= \frac{2}{3}b^3\left(\frac{a^2}{b^2} - 1\right)$$

$$\therefore \bar{x} = \frac{2}{3}b^3 \frac{(a-b)(a+b)}{b^2} \times \frac{2}{\pi b(a-b)}$$

$$= \frac{4}{3\pi}(a+b) \qquad \underline{\textbf{Ans}}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

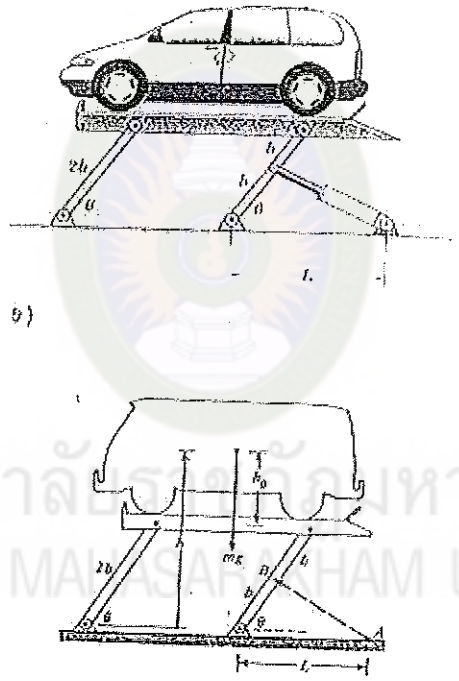
ใบงานที่ 6
งานเสมือน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษารู้จักและเข้าใจหลักการของวิชากลศาสตร์ ในเรื่องงานเสมือน
2. เพื่อให้นักศึกษานำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลากหลายในทางวิศวกรรมได้

ตัวอย่างที่ 6

จงแสดงแรงกด C ในกระบอกไฮโดรลิกที่ใช้สำหรับยกแท่นรถยกในเทอมของ θ สำหรับมวลของก้านต่อต่าง ๆ จะไม่นำมาพิจารณา จะพิจารณาเฉพาะมวลของรถเท่านั้น



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Solution การเปลี่ยนตำแหน่งเสมือนในแนวของแรง C เท่ากับ $\delta\ell$ การเปลี่ยนตำแหน่งเสมือนในแนวของแรง mg เท่ากับ δh

จากรูป กระบอกไฮโดรลิกยาว ℓ

$$\therefore \quad \ell^2 = (b\sin\theta)^2 + (L - b\cos\theta)^2$$

$$\delta\theta,\ 2\ell\delta\ell = 2bsin\theta cos\theta\,\delta\theta + 2(L - bcos\theta\,\delta\theta)$$

$$= 2Lbsin\theta\,\delta\theta$$

$$\delta\ell = \frac{Lb}{\ell}\sin\theta\,\delta\theta$$

และ $$h = 2b\sin\theta + h_0$$

$$\delta h = 2b\cos\theta\,\delta\theta$$

จาก $[\delta u = 0]$; $C\delta\ell - mg\delta h = 0$

$$C\left[\frac{Lb}{\ell}\sin\theta\,\delta\theta\right] - mg\,(2b\cos\theta\,\delta\theta) = 0$$

$$C = 2mg\,\frac{\ell}{L}\cot\theta$$

$$= \frac{2mg}{L}\sqrt{(b\sin\theta)^2 + (L - b\cos\theta)^2}\ \cot\theta$$

$$C = 2mg\cot\theta\ \sqrt{1 + \left(\frac{b}{L}\right)^2 - 2\frac{b}{L}\cos\theta}$$ **Ans**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
แนวการสอนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวการสอน (Course Syllabus)

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรมและเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ 1/ 2553

รหัสวิชา 6011109 **จำนวนหน่วยกิต** 2 (1-2-3)

ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics) **หมวด**

วิชา พื้นฐานทางวิศวกรรม

ชื่อผู้สอน อาจารย์ชวิศร ปูคะภาค

วิชาบังคับก่อนหรือเรียนพร้อมกัน : ไม่มี

จำนวนชั่วโมงที่สอน / สัปดาห์: ทฤษฎี 3 ชั่วโมง / สัปดาห์

: ปฏิบัติ - ชั่วโมง / สัปดาห์

คำอธิบายรายวิชา (Course Description)

แนวคิดของสถิตศาสตร์ ระบบแรงและแรงลัพธ์ สภาวะสมดุล หลักมูลการวิเคราะห์โครงสร้าง ความเสียดทาน งานเสมือน เสถียรภาพของโครงสร้าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัตถุประสงค์ของรายวิชา

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้พื้นฐาน เป็นการเตรียมความพร้อมด้านปัญญาในการนำความรู้ความเข้าใจ ในความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกลศาสตร์วิศวกรรม แนวคิดของสถิตศาสตร์ ระบบแรงและแรงลัพธ์ สภาวะสมดุล หลักมูลการวิเคราะห์โครงสร้าง ความเสียดทาน งานเสมือน เสถียรภาพของโครงสร้าง เพื่อเป็นพื้นฐานการเรียนในวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

การประเมินผลการศึกษา

ระดับคะแนนตัวอักษร	แต้มระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
A	4.00	80 – 100
B+	3.50	75 – 79
B	3.00	70 – 74
C+	2.50	65 – 69
C	2.00	60 – 64
D+	1.50	55 – 59
D	1.00	50 – 54
F	0.00	0 – 49
I	-	
W	-	

รายชื่อหนังสืออ่านประกอบ

1. Keith M. Walker. Applied Mechanics For Engineering Technology, กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ซีเอ็ด จำกัด
2. R.C. Hibbeler, ENGINEERING MECHANICS statics , กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ซีเอ็ด จำกัด
3. Russell C. Hibbeler. Engineering Mechanics, กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ซีเอ็ด จำกัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY