



แผนการจัดการเรียนการสอน

ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสวิชา 20106-2104

ทฤษฎี หน่วยกิต 2

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สาขาวิชา ช่างก่อสร้าง

จัดทำโดย

นางสาวฉัฐมา วงษานุศิษย์

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี



หลักสูตรรายวิชา

ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสวิชา 20106-2104

ทฤษฎี หน่วยกิต 2

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สาขาวิชา ช่างก่อสร้าง

จุดประสงค์รายวิชา

1. มีความเข้าใจหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น
2. มีความเข้าใจในเรื่องสมดุลของแรง
3. สามารถคำนวณ แรงโมเมนต์การหาเซนทรอยด์จุดศูนย์ถ่วง โมเมนต์ความเฉื่อยรัศมีการหมุน
4. สามารถคำนวณหาค่าความเค้น และความเครียดได้

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น
2. คำนวณหาค่าแรง การรวมแรง การหาแรงลัพธ์ โมเมนต์ การสมดุลของแรง
3. คำนวณหาเซนทรอยด์ จุดศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของความเฉื่อย
4. คำนวณหาความเค้น ความเครียด ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด โมดูลัสยืดหยุ่น

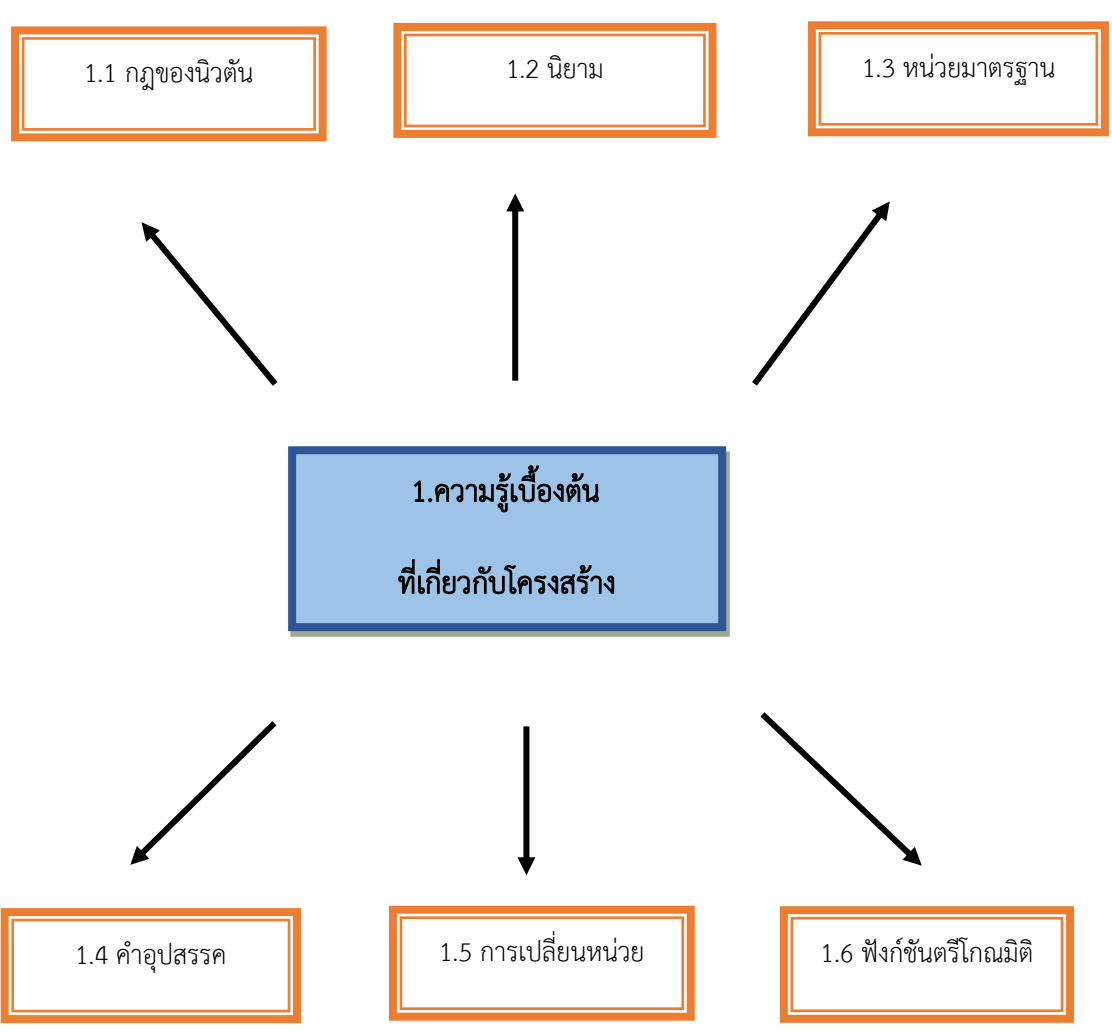
คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น การสมดุลของแรง แรงโมเมนต์ การหาเซนทรอยด์ จุดศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของความเฉื่อย รัศมีการหมุน ความเค้น ความเครียด โมดูลัสยืดหยุ่น

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	หลักการฟิสิกส์เบื้องต้น	2	1
		2	2
2	การสมดุลของแรง	2	3
		2	4
3	จุดศูนย์ถ่วงและจุดเซนทอยด์	2	5
		2	6
4	โมเมนต์ความเฉื่อย	2	11
		2	12
5	รัศมีไจเรชั่น	2	13
		2	14
6	ความเค้นและความเครียด	2	15
		2	16

	ใบวิเคราะห์งาน(Job Analysis Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104		สัปดาห์ที่ 1-2
	ระดับชั้น ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง		จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย หลักการฟิสิกส์เบื้องต้น		แผ่นที่ 1

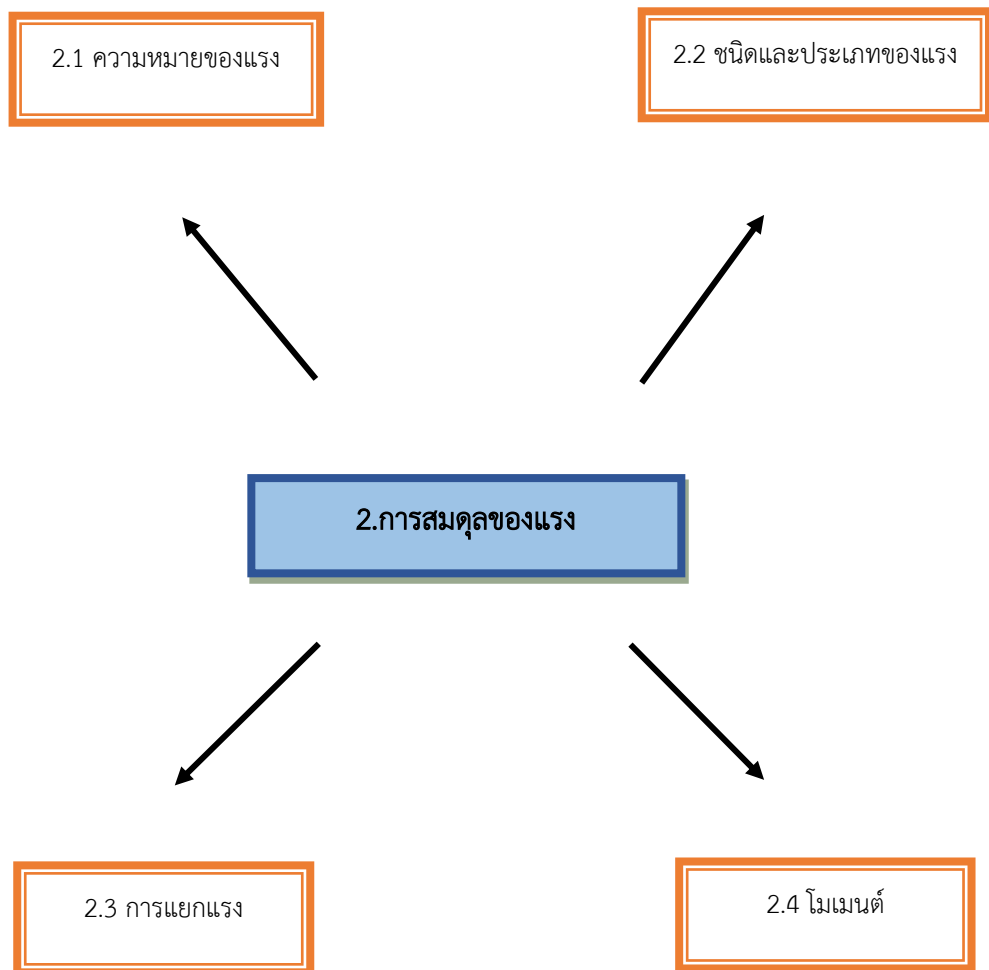


```

graph TD
    A["1.ความรู้เบื้องต้น  
ที่เกี่ยวกับโครงสร้าง"] --> B["1.1 กฎของนิวตัน"]
    A --> C["1.2 นิยาม"]
    A --> D["1.3 หน่วยมาตรฐาน"]
    A --> E["1.4 คำอุปสรรค"]
    A --> F["1.5 การเปลี่ยนหน่วย"]
    A --> G["1.6 ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"]
        
```

The diagram illustrates the foundational knowledge related to structural mechanics. At the center is a blue box labeled "1.ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับโครงสร้าง" (Basic knowledge related to structure). Six arrows radiate from this central box to six surrounding orange boxes, each representing a specific concept: "1.1 กฎของนิวตัน" (Newton's laws), "1.2 นิยาม" (Definitions), "1.3 หน่วยมาตรฐาน" (Standard units), "1.4 คำอุปสรรค" (Prefixes), "1.5 การเปลี่ยนหน่วย" (Unit conversion), and "1.6 ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" (Trigonometric functions).

	ใบวิเคราะห์งาน(Job Analysis Sheet)		หน่วยที่ 2
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 3-5
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย การสมดุลของแรง		แผ่นที่ 2



	ใบวิเคราะห์งาน(Job Analysis Sheet)		หน่วยที่ 3
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 7-9
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย จุดศูนย์ถ่วงและจุดเซนทรอยด์		แผ่นที่ 3

3.1 ความหมายจุดเซนทรอยด์

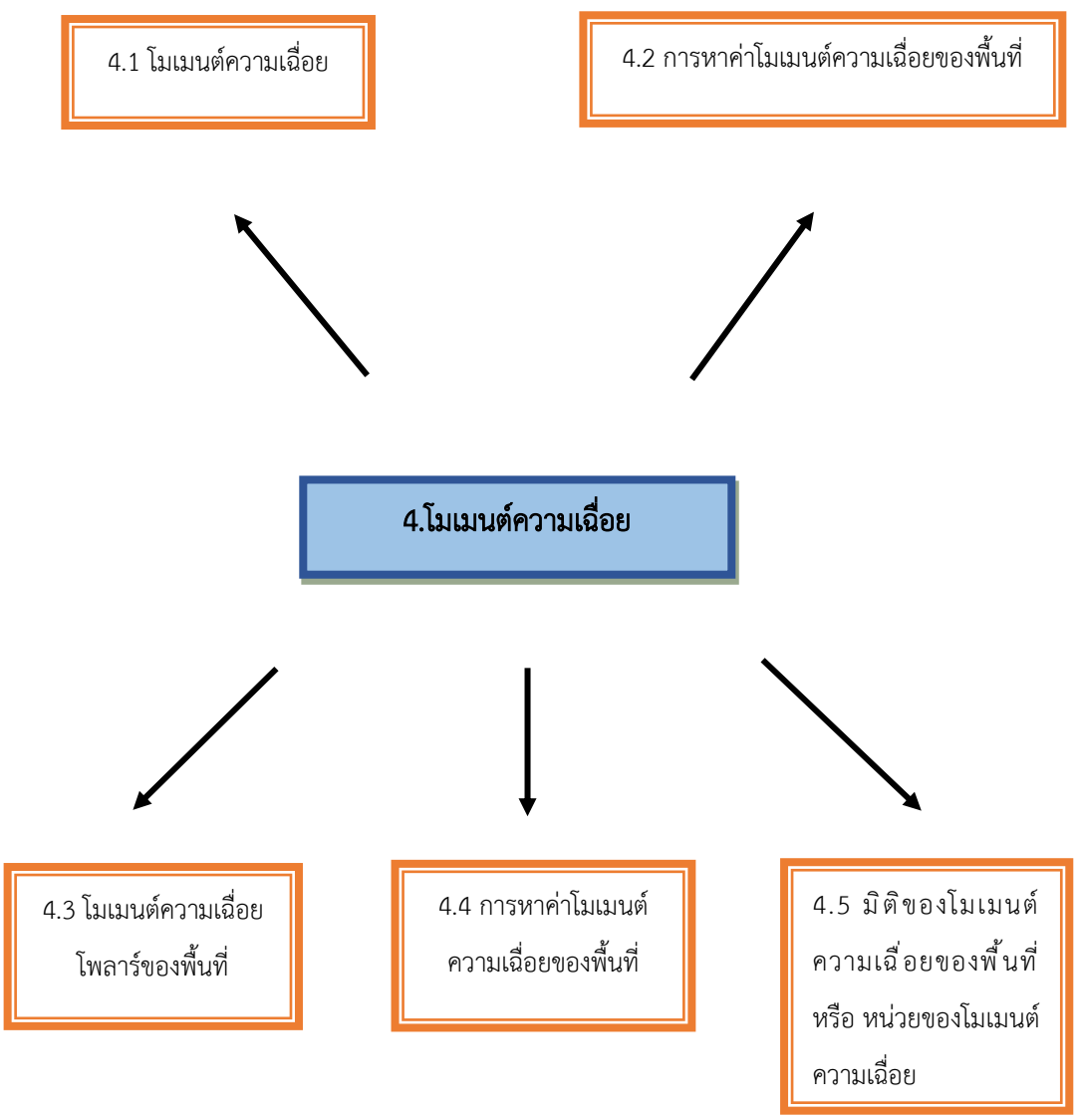
3.2 การคำนวณหาจุดเวททรอยด์

3.การสมดุลของแรง

3.3 ความหมายจุดศูนย์ถ่วง

3.4 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วง

	ใบวิเคราะห์งาน(Job Analysis Sheet)		หน่วยที่ 4
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104		สัปดาห์ที่ 11-12
	ระดับชั้น ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง		จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย		แผ่นที่ 4



```

graph TD
    A[4. โมเมนต์ความเฉื่อย] --> B[4.1 โมเมนต์ความเฉื่อย]
    A --> C[4.2 การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่]
    A --> D[4.3 โมเมนต์ความเฉื่อย  
โพลาาร์ของพื้นที่]
    A --> E[4.4 การหาค่าโมเมนต์  
ความเฉื่อยของพื้นที่]
    A --> F[4.5 มิตติของโมเมนต์  
ความเฉื่อยของพื้นที่  
หรือ หน่วยของโมเมนต์  
ความเฉื่อย]
      
```

The flowchart illustrates the structure of Unit 4: Moment of Inertia. At the center is a blue box labeled "4. โมเมนต์ความเฉื่อย". Five arrows point outwards from this central box to five orange-bordered boxes arranged around it. The boxes are labeled as follows: "4.1 โมเมนต์ความเฉื่อย" (top-left), "4.2 การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่" (top-right), "4.3 โมเมนต์ความเฉื่อยโพลาาร์ของพื้นที่" (bottom-left), "4.4 การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่" (bottom-center), and "4.5 มิตติของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หรือ หน่วยของโมเมนต์ความเฉื่อย" (bottom-right).

	ใบวิเคราะห์งาน(Job Analysis Sheet)		หน่วยที่ 5
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104
	ระดับชั้น	ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง
	ชื่อหน่วย	รัศมีการหมุน	
			สัปดาห์ที่ 13-14
			จำนวนคาบ 2
			แผ่นที่ 5

5. รัศมีการหมุน

5.1 รัศมีใจเรชั่น

5.2 รัศมีการหมุน
ของพื้นที่

	ใบวิเคราะห์งาน(Job Analysis Sheet)		หน่วยที่ 6
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104		สัปดาห์ที่ 15-16
	ระดับชั้น ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง		จำนวนคาบ 3
	ชื่อหน่วย ความเค้นและความเครียด		แผ่นที่ 6

6.1 ความหมายของความเค้น

6.2 ชนิดของความเค้น
และสูตรการหาความเค้น

6.3 การคำนวณหา
ความเค้น

6. ความเค้นและความเครียด

6.4 ความหมายของ
ความเครียด

6.5 ชนิดของ
ความเครียด

6.6 การคำนวณ
หาความเครียด



ใบลำดับเนื้อหาการสอน (Step Sheet)

หน่วยที่ 1

ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสรายวิชา 20106-2104

สัปดาห์ที่ 1-2

ระดับชั้น ปวช.

สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง

จำนวนคาบ 2

ชื่อหน่วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง

แผ่นที่ 1

[illegible]



ใบลำดับเนื้อหาการสอน (Step Sheet)

ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสรายวิชา 20106-2104

ระดับชั้น ปวช.

สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง

ชื่อหน่วย การสมดุลงของแรง

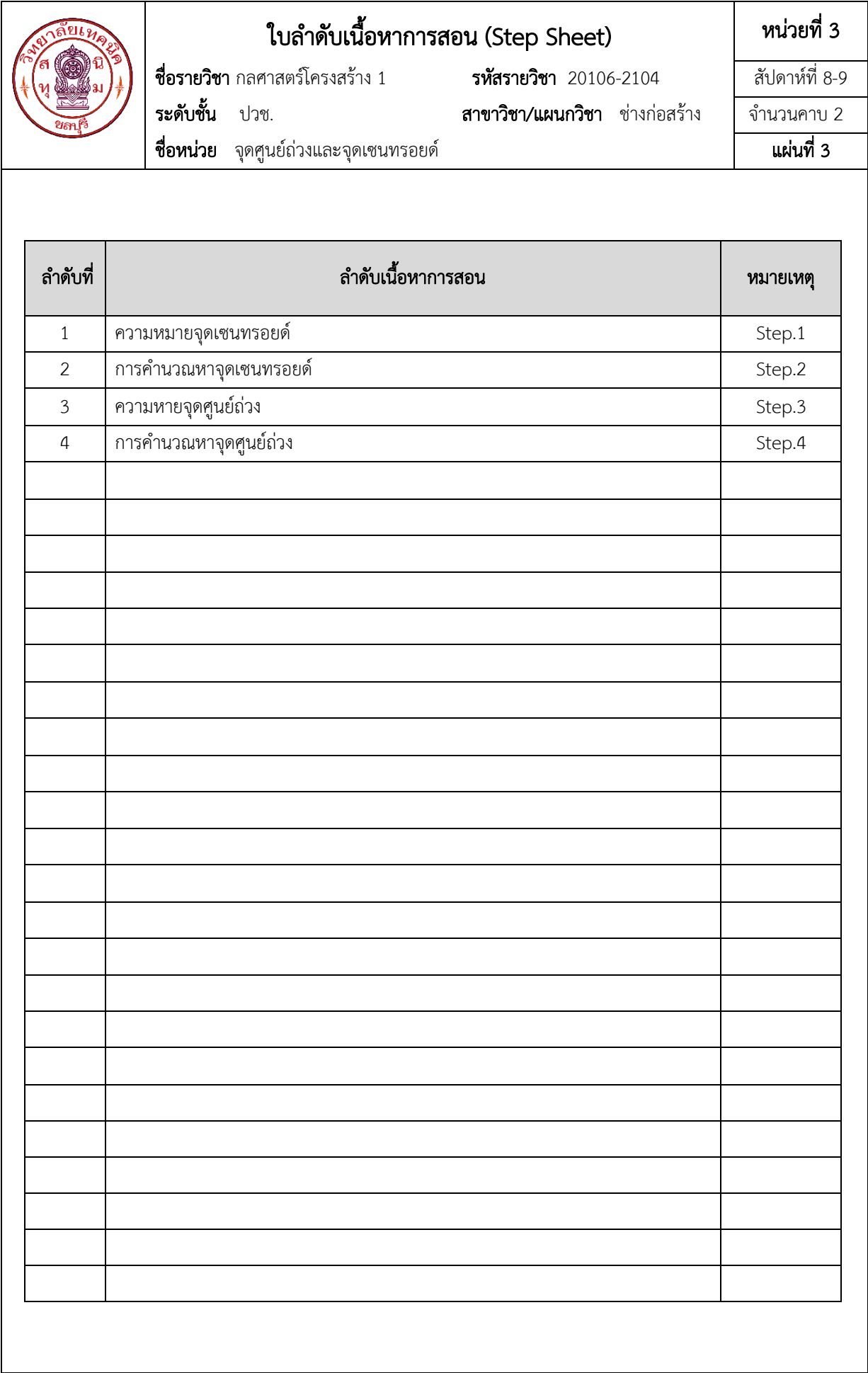
หน่วยที่ 2

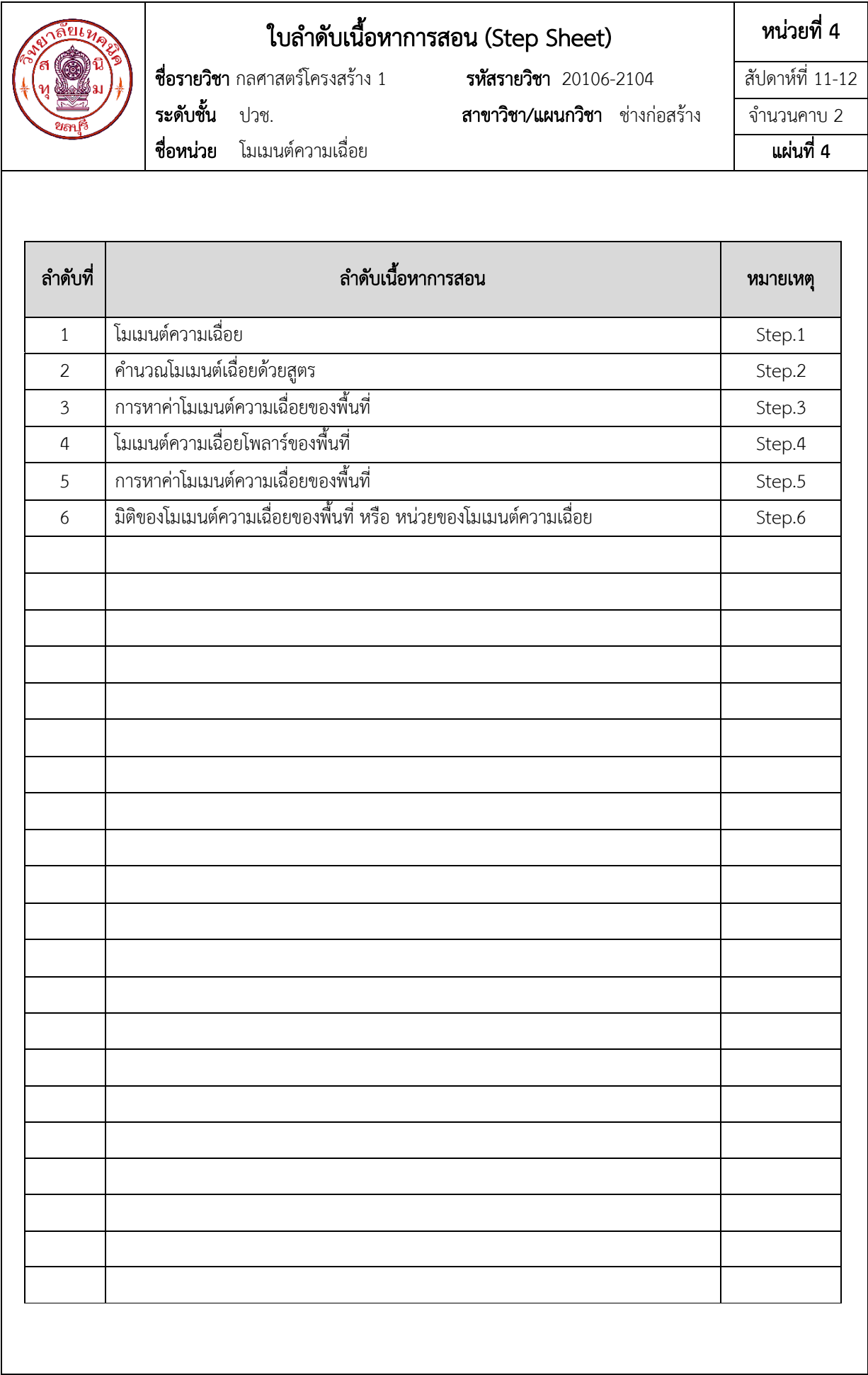
สัปดาห์ที่ 3-5

จำนวนคาบ 2

แผ่นที่ 2

[illegible]







ใบลำดับเนื้อหาการสอน (Step Sheet)

ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสรายวิชา 20106-2104

ระดับชั้น ปวช.

สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง

ชื่อหน่วย รัศมีการหมุน

หน่วยที่ 5

สัปดาห์ที่ 13-14

จำนวนคาบ 2

แผ่นที่ 5

[illegible]



ใบลำดับเนื้อหาการสอน (Step Sheet)

ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสรายวิชา 20106-2104

ระดับชั้น ปวช.

สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง

ชื่อน่วย ความเค้นและความเครียด

หน่วยที่ 6

สัปดาห์ที่ 15-16

จำนวนคาบ 2

แผ่นที่ 6

[illegible]

	ใบวิเคราะห์ขั้นตอน (Task Analysis)						หน่วยที่ 1		
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1			รหัสรายวิชา 20106-2104			สัปดาห์ที่ 1-2		
	ระดับชั้น ปวช.			สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง			จำนวนคาบ 2		
	ชื่อหน่วย หลักการฟิสิกส์เบื้องต้น						แผนที่ 1		

Task Step	Skill	T	TS			Knowledge	T	TK		
			I	C	A			R	A	T
1.กฎของนิวตัน						-สามารถอธิบายกฎของนิวตันได้	N	✓		
2.หน่วยมาตรฐาน						-สามารถบอกหน่วยมาตรฐานได้	N	✓		
3.คำอุปสรรค		N	✓			-สามารถบอกเลขอุปสรรคของหน่วยเอสไอได้	N	✓		
4.การเปลี่ยนหน่วย	-แปลงระบบหน่วยวัดปริมาณได้	N		✓						
5.ฟังก์ชันตรีโกณมิติ						-สามารถอธิบายฟังก์ชันตรีโกณมิติได้	N		✓	

Note

TS : Type of Skill
I : Imitation is needed
C : Control is needed
A : Automatism is needed
N : Need

TK : Type of Knowledge
R : Recalling is needed
A : Application is needed
T : Transfer is needed
O : Optionally

	ใบวิเคราะห์ขั้นตอน (Task Analysis)						หน่วยที่ 2		
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1			รหัสรายวิชา 20106-2104			สัปดาห์ที่ 3-5		
	ระดับชั้น ปวช.			สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง			จำนวนคาบ 2		
	ชื่อหน่วย การสมดุลของแรง						แผ่นที่ 2		

Task Step	Skill	T	TS			Knowledge	T	TK		
			I	C	A			R	A	T
1.ชนิดและ ประเภทของแรง						- สามารถบอกชนิดของแรง ได้	N	✓		
2.การแยกแรง	- สามารถคำนวณหาแรง ลัพธ์ได้	N		✓						
3.โมเมนต์	-สามารถบอกทิศทาง ของแรงลัพธ์ได้	N		✓						

Note

TS : Type of Skill
I : Imitation is needed
C : Control is needed
A : Automatism is needed
N : Need

TK : Type of Knowledge
R : Recalling is needed
A : Application is needed
T : Transfer is needed
O : Optionally

	ใบวิเคราะห์ขั้นตอน (Task Analysis)						หน่วยที่ 3		
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1			รหัสรายวิชา 20106-2104			สัปดาห์ที่ 8-9		
	ระดับชั้น ปวช.			สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง			จำนวนคาบ 2		
	ชื่อหน่วย จุดศูนย์ถ่วงและจุดเซนทรอยด์						แผ่นที่ 1		

Task Step	Skill	T	TS			Knowledge	T	TK		
			I	C	A			R	A	T
1.ความหมายจุดเซนทรอยด์						-สามารถบอกความหมายของจุดศูนย์ถ่วงได้	N	✓		
2.การคำนวณหาจุดเซนทรอยด์	- สามารถคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงได้	N		✓						
3.ความหมายจุดศูนย์ถ่วง						- สามารถบอกความหมายของจุดศูนย์ถ่วงได้	N	✓		
4.การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วง	-สามารถคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงได้	N		✓						

Note

TS : Type of Skill

I : Imitation is needed

C : Control is needed

A : Automatism is needed

TK : Type of Knowledge

R : Recalling is needed

A : Application is needed

T : Transfer is needed



	ใบวิเคราะห์ขั้นตอน (Task Analysis)						หน่วยที่ 5		
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1			รหัสรายวิชา 20106-2104			สัปดาห์ที่ 13-14		
	ระดับชั้น ปวช.			สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง			จำนวนคาบ 2		
	ชื่อหน่วย รัศมีใจเรซัน						แผนที่ 5		

Task Step	Skill	T	TS			Knowledge	T	TK		
			I	C	A			R	A	T
1. รัศมีใจเรซัน						- สามารถบอกความหมายของรัศมีใจเรซันได้	N	✓		
2. รัศมีการหมุนของพื้นที่	- สามารถคำนวณหารัศมีการหมุนได้	N		✓						

Note

TS : Type of Skill

I : Imitation is needed

C : Control is needed

A : Automatism is needed

N : Need

TK : Type of Knowledge

R : Recalling is needed

A : Application is needed

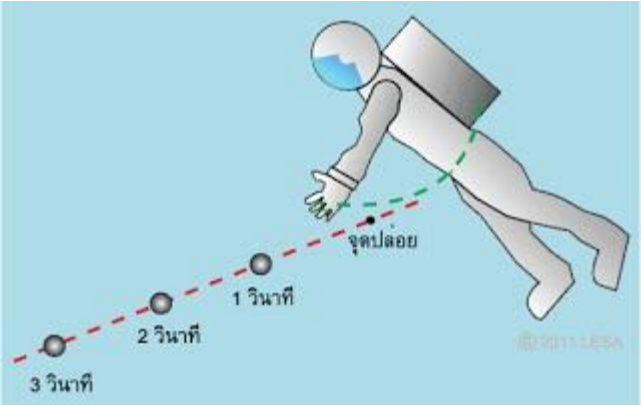
T : Transfer is needed

O : Optionally

	ใบวิเคราะห์ขั้นตอน (Task Analysis)						หน่วยที่ 6		
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1			รหัสรายวิชา 20106-2104			สัปดาห์ที่ 15-16		
	ระดับชั้น ปวช.			สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง			จำนวนคาบ 2		
	ชื่อหน่วย ความเค้นและความเครียด						แผ่นที่ 6		

Task Step	Skill	T	TS			Knowledge	T	TK		
			I	C	A			R	A	T
1.ความหมายของ ความเค้น						-บอกความหมายของความ เค้นได้	N	✓		
2.ชนิดของความ เค้นและสูตรการ หาความเค้น						- สามารถบอกชนิดของ ความเค้นได้	N		✓	
3.การคำนวณหา ความเค้น	- สามารถคำนวณหาค่า ความเค้นและความเค้น เฉือนได้	N		✓						
4.ความหมายของ ความเครียด						- สามารถอธิบาย ความหมายของ ความเครียดได้	N	✓		
5.ชนิดของ ความเครียด						- สามารถบอกชนิด ความเครียดได้	N		✓	
6.การคำนวณหา ความเครียด	- สามารถคำนวณหา ความเครียดได้	N		✓						

Note	TS : Type of Skill I : Imitation is needed C : Control is needed A : Automatism is needed N : Need	TK : Type of Knowledge R : Recalling is needed A : Application is needed T : Transfer is needed O : Optionally
-------------	--	--

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 1-2
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	หลักการฟิสิกส์เบื้องต้น	แผ่นที่ 1
1.กฎของนิวตัน 1.1กฎข้อที่ 1 กฎของความเฉื่อย (Inertia) "วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่งอยู่กับที่ตราบที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่将继续เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ตราบที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำเช่นกัน" นิวตันอธิบายว่า ในอวกาศไม่มีอากาศ ดาวเคราะห์จึงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่และมีทิศทางเป็นเส้นตรง เขาให้ความเห็นว่า การที่ดาวเคราะห์โคจรเป็นรูปวงรี เป็นเพราะมีแรงภายนอกมากระทำ (แรงโน้มถ่วงจากดวงอาทิตย์) นิวตันตั้งข้อสังเกตว่า แรงโน้มถ่วงที่ทำให้แอปเปิลตกสู่พื้นดินเป็นแรงเดียวกันกับแรงที่ตรึงดวงจันทร์ไว้กับโลก หากปราศจากซึ่งแรงโน้มถ่วงของโลกแล้ว ดวงจันทร์ก็คงจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงผ่านโลกไป  ภาพที่ 1 ความเฉื่อย <u>ตัวอย่างที่ 1:</u> ขณะที่รถติดสัญญาณไฟแดง ตัวเราหยุดนิ่งอยู่กับที่ - เมื่อสัญญาณไฟแดงเปลี่ยนเป็นไฟเขียว คนขับเหยียบคันเร่งทำให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่ตัวของเราจะพยายามคงสภาพหยุดนิ่งไว้ ผลคือ หลังของเราจะถูกผลักติดกับเบาะ ขณะที่รถเกิดความเร่งไปข้างหน้า - ในทำนองกลับกันเมื่อสัญญาณไฟเขียวเปลี่ยนเป็นไฟแดง คนขับรถเหยียบเบรกเพื่อหยุดรถ ตัวเราซึ่งเคยเคลื่อนที่ด้วยความเร็วพร้อมกับรถ ทันทีที่รถหยุดตัวเราจะถูกผลักมาข้างหน้า			

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 1-2
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย หลักการฟิสิกส์เบื้องต้น		แผ่นที่ 2

1.2 กฎข้อที่ 2 กฎของแรง (Force)

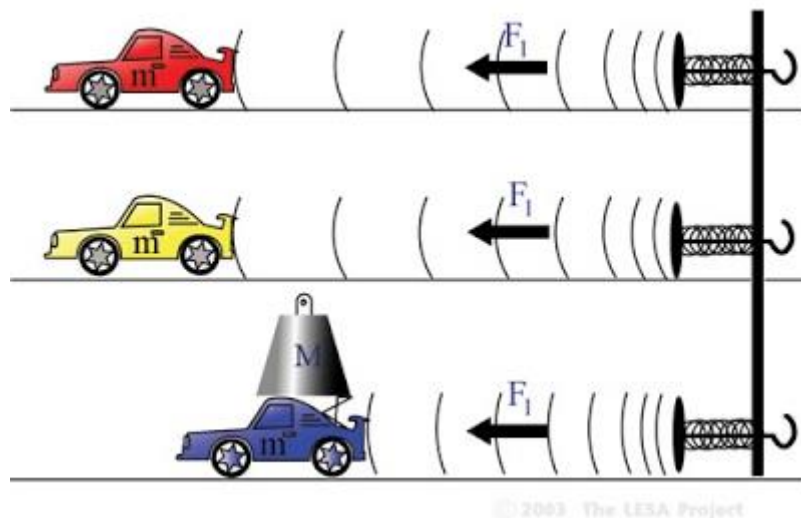
"ความเร่งของวัตถุแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุ แต่แปรผกผันกับมวลของวัตถุ"

- ถ้าเราผลักวัตถุให้แรงขึ้น ความเร่งของวัตถุก็จะมากขึ้นตามไปด้วย
- ถ้าเราออกแรงเท่าๆ กัน ผลักวัตถุสองชนิดซึ่งมีมวลไม่เท่ากัน วัตถุที่มีมวลมากจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งน้อยกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย

วัตถุที่มีมวลน้อย

$$\text{ความเร่งของวัตถุ} = \text{แรงที่กระทำต่อวัตถุ} / \text{มวลของวัตถุ} \quad (\text{หรือ } a = F/m)$$

ตัวอย่างที่ 2: เมื่อเราออกแรงเท่ากันเพื่อผลักรถให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า รถที่ไม่บรรทุกของมีมวลน้อยกว่าจึงเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมากกว่ารถที่บรรทุกของ



© 2003 The LEISA Project

ภาพที่ 3 ความเร่งแปรผกผันกับมวล

ในเรื่องดาราศาสตร์ นิวตันอธิบายว่า ดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์ต่างโคจรรอบกันและกัน โดยมีจุดศูนย์กลางร่วม แต่เนื่องจากดวงอาทิตย์มีมวลมากกว่าดาวเคราะห์หลายแสนเท่า เราจึงมองเห็นว่า ดาวเคราะห์เคลื่อนที่ไปโดยมีความเร่งมากกว่าดวงอาทิตย์ และมีจุดศูนย์กลางร่วมอยู่ภายในตัวดวงอาทิตย์เอง คล้ายกับการหมุนลูกตุ้มตัมเบลสองข้างที่มีมวลไม่เท่ากัน ในภาพที่ 4

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 1-2
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	หลักการฟิสิกส์เบื้องต้น	แผ่นที่ 3
1.3 กฎข้อที่ 3 กฎของแรงปฏิกิริยา "แรงที่วัตถุหนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สอง ย่อมเท่ากับ แรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง แต่ทิศทางตรงข้ามกัน" หรือกล่าวอย่างสั้นๆ ว่า แรงกระทำเท่ากับแรงปฏิกิริยา (Action = Reaction) โดยที่แรงทั้งสองจะเกิดขึ้นพร้อมกัน นิวตันอธิบายว่า ขณะที่ดวงอาทิตย์มีแรงกระทำต่อดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์ก็มีแรงกระทำต่อดวงอาทิตย์ ในปริมาณที่เท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม และนั่นคือแรงดึงดูดรวม  ภาพที่ 5 แรงปฏิกิริยาเท่ากับแรงกระทำ ตัวอย่างที่ 3: มนุษย์อวกาศกระโดดถึบยานอวกาศ ทั้งมนุษย์อวกาศและยานอวกาศต่างเคลื่อนที่ออกจากกัน (แรงกระทำ = แรงปฏิกิริยา) แต่มนุษย์อวกาศจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่มากกว่ายานอวกาศ ทั้งนี้เนื่องจากมนุษย์อวกาศมีมวลน้อยกว่ายานอวกาศ			

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1																										
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 1-2																										
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2																										
	ชื่อหน่วย หลักการฟิสิกส์เบื้องต้น		แผ่นที่ 4																										
2.นิยาม 2.1. ปริมาณสเกลาร์ (Scalar quantity) คือ ปริมาณที่บอกแต่เพียงขนาดอย่างเดียว เช่น มวล พื้นที่ อัตราเร็ว งาน กำลังงาน ฯลฯ 2.2. ปริมาณเวกเตอร์(Vector quantity) คือ ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น ความเร็ว ความเร่ง แรง น้ำหนัก โมเมนตัม ฯลฯ แรง มวล น้ำหนัก (Force, Mass, Weight) 2.3. แรง(Force) คือการกระทำจากภายนอกโดยวัตถุหนึ่งกระทำต่อวัตถุหนึ่ง 2.4. มวล (Mass) คือ คุณสมบัติหนึ่งของวัตถุที่บอกปริมาณสสาร 2.5. แรงแม่เหล็กของโลก(Gravitational Force) คือ แรงที่โลกกระทำต่อมวลของวัตถุทำให้วัตถุน้ำหนัก มีค่า = 9.81 m/s^2 หรือประมาณ 10 m/s^2 2.6. น้ำหนัก (Weight) น้ำหนักของสารต่าง ๆ เกิดขึ้นได้เพราะมีแรงดึงดูดจากจุดกึ่งกลางของโลกต่อมวลสารนั้น ๆ สารใดมีมวลสารแน่นแรงดึงดูดต่อสารนั้นจะมีมากทำให้น้ำหนักมาก สารใดมีมวลสารน้อยก็จะมีน้ำหนักเบา 3.หน่วยมาตรฐานในระบบ SI <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Quantity</th><th rowspan="2">Dimension</th><th colspan="2">SI</th></tr> <tr> <th>name</th><th>symbol</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.Length</td><td>L</td><td>Metre</td><td>m</td></tr> <tr> <td>2.Time</td><td>t</td><td>second</td><td>sec</td></tr> <tr> <td>3.Mass</td><td>M</td><td>kilogram</td><td>kg</td></tr> <tr> <td>4.Force</td><td>F</td><td>newton</td><td>N</td></tr> <tr> <td>5.Temperature</td><td>T</td><td>kelvin</td><td>K</td></tr> </tbody> </table>				Quantity	Dimension	SI		name	symbol	1.Length	L	Metre	m	2.Time	t	second	sec	3.Mass	M	kilogram	kg	4.Force	F	newton	N	5.Temperature	T	kelvin	K
Quantity	Dimension	SI																											
		name	symbol																										
1.Length	L	Metre	m																										
2.Time	t	second	sec																										
3.Mass	M	kilogram	kg																										
4.Force	F	newton	N																										
5.Temperature	T	kelvin	K																										

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 1-2
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	หลักการฟิสิกส์เบื้องต้น	แผ่นที่ 5

4.คำอุปสรรคของหน่วยเอสไอ

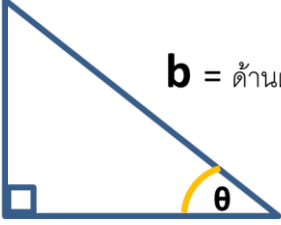
เลขยกกำลัง	ชื่อของคำนำหน้าหน่วย	สัญลักษณ์
10^{18}	Exa (เอ็กซะ)	E
10^{15}	Peta (เพตะ)	P
10^{12}	Tera (เทระ)	T
10^9	Giga (จิกกะ)	G
10^6	Mega (เมกกะ)	M
10^3	Kilo (กิโล)	K
10^2	Hecto (เฮกโต)	h
10^{-1}	Deci (เดซี)	da
10^{-2}	Centi (เซนติ)	cm
10^{-3}	Milli (มิลลิ)	m
10^{-6}	Micro (ไมโคร)	μ
10^{-9}	Nano (นาโน)	n
10^{-12}	Pico (พิโก)	p
10^{-15}	Femto (เฟมโต)	f
10^{-18}	Atto (ออตโต)	a

4.1การเปลี่ยนหน่วย

ตัวอย่าง มวลขนาด 0.4 มิลลิกรัมมีขนาดกี่กิโลกรัม

เปลี่ยนมิลลิกรัม ---→ กรัม ----→ กิโลกรัม ตามลำดับ

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } 0.4 \text{ mg} &= 0.4 \times 10^{-3} \text{ g} \\
 &= \frac{0.4 \times 10^{-3}}{10^3} \text{ g} \quad (\text{g} = \text{kg}) \\
 0.4 \text{ mg} &= 0.4 \times 10^{-6} \text{ kg}
 \end{aligned}$$

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 1-2
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	หลักการฟิสิกส์เบื้องต้น	แผ่นที่ 6
5.ฟังก์ชันตรีโกณมิติ c = ด้านตรงข้ามมุม θ (ข้าม)  b = ด้านตรงข้ามมุมฉาก (ฉาก) a = ด้านประชิดมุมฉาก (ชิด) ด้าน a = ด้านประชิดมุมฉาก หรือชิด ด้าน b = ด้านตรงข้ามมุมฉาก หรือฉาก ด้าน c = ด้านตรงข้ามมุม หรือข้าม ฟังก์ชันตรีโกณมิติประกอบด้วย $\sin \theta = \frac{\text{ข้าม}}{\text{ฉาก}} = \frac{b}{c}$ $\cos \theta = \frac{\text{ชิด}}{\text{ฉาก}} = \frac{a}{c}$ $\tan \theta = \frac{\text{ข้าม}}{\text{ชิด}} = \frac{b}{a}$			

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 2
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 3-5
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย การสมดุลของแรง		แผ่นที่ 1

2.1 ความหมายของแรง

แรง (Force) หมายถึงการกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุอื่นๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงสภาวะ การเคลื่อนที่ แรงจะประกอบไปด้วยขนาดของแรง ทิศทางของแรงและจุดกระทำของแรง ดังนั้นจึงเรียกว่าเวกเตอร์คงที่ ทั้งแรงภายนอกและแรงภายใน ในบทนี้จะกล่าวถึงแรงภายนอกเท่านั้น

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ จึงประกอบด้วยลักษณะ 4 ลักษณะ คือ ขนาด (magnitude) ทิศทาง (direction) แนวของการกระทำ (line of action) และจุดของการกระทำ (point of action)

2.2 ชนิดและประเภทของแรง

แรง หมายถึง อำนาจอย่างหนึ่งซึ่งมองไม่เห็นแต่สามารถทำให้เกิดผลหลายประการ เป็นสิ่งที่ทำให้วัตถุหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ไป วัตถุที่ถูกแรงกระทำนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือตำแหน่งทิศทางเช่น

1. ทำให้วัตถุที่หยุดนิ่งเคลื่อนที่ไปหรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่หยุดนิ่ง
2. ทำให้วัตถุเร็วขึ้นหรือช้าลง หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้

ทำให้วัตถุเปลี่ยนขนาดหรือรูปร่างไป เช่น ใช้แรงดึงเส้นลวดเหล็ก เส้นลวดจะยืดออกและมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเล็กลง

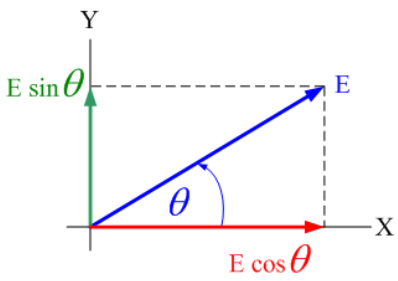
2.2.1 ประเภทของแรง

ในทางกลศาสตร์โครงสร้าง แรงที่กระทำต่อชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างอาคารที่นำมาวิเคราะห์คำนวณ เพื่อความแข็งแรง ความคงทนปลอดภัยของโครงสร้างแยกเป็นประเภทที่สำคัญดังนี้

1. แรงดึง (Tensile Force) คือแรงที่ทำให้วัตถุยืดออก เช่น แรงดึงในเชือก เส้นลวด แรงดึงในข้อ
2. แรงอัด (Compressive Force) คือ แรงที่ทำให้วัตถุหดตัว หรืออัดตัวแน่น เช่น แรงที่โครงสร้างรับแรงอัด คือ เสา จันทัน ค้ำยัน เป็นต้น
3. แรงเฉือน (Shearing Force) คือ แรงที่ทำให้วัตถุเฉือนขาดออกจากกัน เช่น แรงที่เกิดจากการ ตัดเจาะ แรงที่เกิดขึ้นในหมุดค้ำยันที่ใช้ต่อชิ้นส่วน

2.2.2 วิธีการแยกแรง

หลักการแยกแรงคือ “ไถ่มุมเป็น $\cos$ ไถ่มุมเป็น $\sin$ ”



เมื่อแตกแรง E เข้าสู่แกน X จะได้ $\Sigma F_x = E \cos \theta$

แตกแรง E เข้าสู่แกน Y จะได้ $\Sigma F_y = E \sin \theta$



ใบเนื้อหา (Information Sheet)

หน่วยที่ 2

ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง

รหัสรายวิชา 20106-2104

สัปดาห์ที่ 3-5

ระดับชั้น ปวช.

สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง

จำนวนคาบ 2

ชื่อหน่วย การสมดุลของแรง

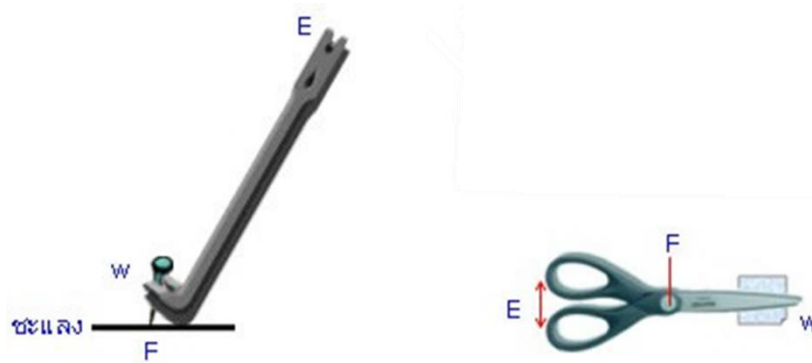
แผ่นที่ 2

2.2.3 การหาทิศทางของแรงลัพธ์

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

2.3 โมเมนต์

โมเมนต์ของแรง คือแรงที่มากระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดใดจุดหนึ่ง



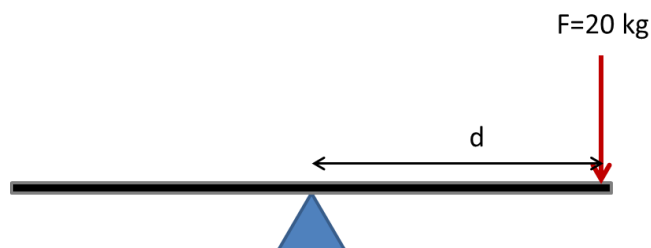
โมเมนต์ของแรงก็คือ ผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน

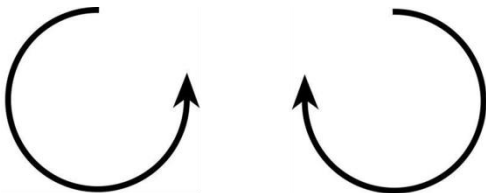
$$M = F \times d$$

เมื่อ M = โมเมนต์รอบจุดใด ๆ

F = แรงกระทำใด ๆ (Force)

d = ระยะทางของการหมุน (Moment arm)



	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 2
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 3-5
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	การสมดุลของแรง	แผ่นที่ 3
2.3.1 ทิศทาง ทิศทางของโมเมนต์ จะมีด้วยกัน 2 ทิศทาง คือ ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (+) และทิศตามเข็มนาฬิกา (-) 			

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 3
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104
	ระดับชั้น	ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง
	ชื่อหน่วย	จุดศูนย์กลางและจุดเซนทรอยด์	แผ่นที่ 1

4.1 ความหมายของจุดเซนทรอยด์

เซนทรอยด์หรือจุดศูนย์กลางของวัตถุ หมายถึงจุดศูนย์กลางทางเรขาคณิตของวัตถุนั้น แต่ถ้าพิจารณาถึงสมบัติทางฟิสิกส์ของวัตถุมักจะใช้เป็น จุดศูนย์กลางมวล อย่างไรก็ตามจุดศูนย์กลาง (Centroid) และจุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass) จะเป็นจุดเดียวกันเมื่อวัตถุนั้นมีความหนาแน่นสม่ำเสมอและถ้าหากวัตถุมีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอแล้ว จุดดังกล่าวทั้งสองจะไม่ทับกัน

การบอกตำแหน่งของจุด Centroid ของวัตถุรูปใด ๆ มักจะบอกในเทอมของระยะค่าเฉลี่ยของโคออร์ดิเนตในระบบพิกัดฉาก (X, Y, Z)

การหาจุดเซนทรอยด์ หรือ จุดศูนย์กลางของมวลวัตถุ สามารถแบ่งแยกตามรูปร่างของวัตถุได้ 3 ชนิด คือ เส้น พื้นที่ และปริมาตร ดังนั้นจึงต้องทราบถึงปริมาณที่สำคัญอีก คือ โมเมนต์ของพื้นที่ (Moment of Area) พื้นที่ผิวที่เกิดจากการหมุนของเส้น และปริมาตรที่เกิดจากการหมุนของพื้นที่รอบแกนใด

โมเมนต์ของพื้นที่ หมายถึง ผลการหมุนของพื้นที่ของวัตถุรอบแนวแกน x และแนวแกน y จะมีค่าเท่ากับพื้นที่นั้น คูณด้วยระยะทางจากจุดเซนทรอยด์ถึงแนวแกนหมุนนั้น

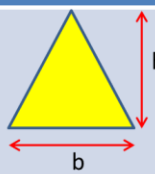
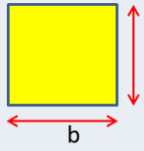
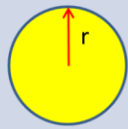
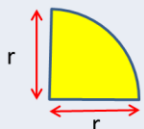
4.2 การคำนวณหาจุดเซนทรอยด์

สามารถแบ่งแยกตามรูปร่างของวัตถุได้ 3 ชนิด คือ เส้น พื้นที่ และปริมาตร ดังนั้นจึงต้องทราบถึงปริมาณที่สำคัญอีก คือ โมเมนต์ของพื้นที่ (Moment of Area) พื้นที่ผิวที่เกิดจากการหมุนของเส้น และปริมาตรที่เกิดจากการหมุนของพื้นที่รอบแกนใด ๆ ดังนี้

การหาจุดเซนทรอยด์ สามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะรูปร่างและเนื้อของวัตถุดังนี้

4.2.1 กรหาจุดเซนทรอยด์ (Centroid) สำหรับวัตถุทรงเรขาคณิตที่เป็นเนื้อเดียวกันและรูปร่างอย่างเดียวกัน จุดศูนย์กลางถ่วง(Center of Gravity) และจุดเซนทรอยด์จะอยู่ที่เดียวกัน

ตัวอย่างการหาเซนทรอยด์จากรูปทรงเรขาคณิต

Shape	$\bar{x}$	$\bar{y}$	Area
	$\frac{b}{2}$	$\frac{h}{3}$	$\frac{1}{2} \times b \times h$
	$\frac{b}{2}$	$\frac{h}{2}$	$b \times h$
	r	r	πr^2
	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{4}$

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 3
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 7-8
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	จุดศูนย์ถ่วงและจุดเซนทรอยด์	แผ่นที่ 2

4.2.1 กรหาจุดเซนทรอยด์ (Centroid) สำหรับวัตถุทรงเรขาคณิตที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันและรูปร่างต่างกัน การหาเซททรอยด์ของรูปเหล่านี้ใช้วิธีโมเมนต์ของพื้นที่ คือ ผลรวมของโมเมนต์ของพื้นที่รวมจะมีค่าเท่ากับโมเมนต์ของพื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่รวมกัน

โมเมนต์ของพื้นที่ (Moment of Area) หมายถึงผลของการหมุนพื้นที่นั้นรอบแกนใดแกนหนึ่ง มีค่าเท่ากับพื้นที่นั้นคูณด้วยระยะทางจากจุดเซนทรอยด์ถึงแกนหมุน

$$\bar{X} = \frac{\sum(A \cdot x)}{\sum A}$$

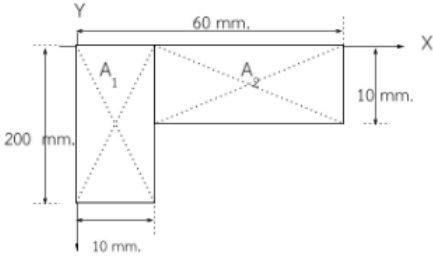
ตามแนวแกน x

$$\bar{Y} = \frac{\sum(A \cdot y)}{\sum A}$$

ตามแนวแกน y

x , y = ระยะตามแนวแกนของพื้นที่
Ai = พื้นที่ของวัตถุที่คำนวณ

ตัวอย่างที่ 4.1 จงหาเซนทรอยด์จากรูปที่กำหนดให้



วิธีทำ 1. แบ่งรูปเป็นรูปทรงเรขาคณิตอย่างง่ายและคิดพื้นที่จากที่โจทย์กำหนดให้ จะได้พื้นที่ออกเป็น 2 รูปคือ A₁ และ A₂

$$A_1 = (200) \times (10) = 2000 \text{ mm.}^2$$

$$A_2 = (60 - 10) \times (10) = 500 \text{ mm.}^2$$

2. หาระยะเซนทรอยด์ของแต่ละพื้นที่ถึงแกน X และแกน Y

$$x_1 = \frac{10}{2} = 5 \text{ mm.}$$

$$y_1 = \frac{200}{2} = 100 \text{ mm.}$$

$$x_2 = \frac{(60 - 10)}{2} + 10 = 35 \text{ mm.}$$

$$y_2 = \frac{10}{2} = 5 \text{ mm.}$$

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 3
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 7-8
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	จุดศูนย์ถ่วงและจุดเซนทรอยด์	แผ่นที่ 3
3. หาระยะ $\bar{X}$ และ $\bar{Y}$ โดยคิดจากโมเมนต์ของพื้นที่ทั้งสองรอบแกน X และแกน Y จะได้โมเมนต์พื้นที่ที่หมุนรอบแกน Y: $\bar{X} = \frac{A_1x_1 + A_2x_2}{A_1 + A_2}$ แทนค่าจะได้ $\bar{X} = \frac{(2000)(5) + (500)(35)}{(2000) + (500)}$ $= 11 \text{ mm.}$ โมเมนต์พื้นที่ที่หมุนรอบแกน X $\bar{Y} = \frac{A_1y_1 + A_2y_2}{A_1 + A_2}$ $\bar{Y} = \frac{(2000)(100) + (500)(5)}{(2000) + (500)}$ $= 81 \text{ mm.}$ ดังนั้นได้จุดเซนทรอยด์ของรูปอยู่ที่ตำแหน่ง $(\bar{X}, \bar{Y}) = (11, 81)$			

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 3
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 7-8
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง		แผ่นที่ 4
4.3 ความหมายของจุดศูนย์กลางถ่วง จุดศูนย์กลางถ่วง (Center of Gravity) C.G เป็นจุดรวมน้ำหนักของวัตถุ ก้อนวัตถุอาจคงมีรูปทรงและมวลมากน้อยแตกต่างกัน แต่ก้อนหนึ่ง ๆ จะมีจุดศูนย์กลางถ่วงเพียงจุดเดียว รวมแรงน้ำหนักของวัตถุก้อนนั้น ๆ วัตถุก้อนหนึ่ง ๆ อาจพิจารณาได้ว่า เกิดจากชิ้นส่วนก้อนเล็ก ๆ หลาย ๆ ก้อน ประกอบกัน ก้อนเล็ก ๆ แต่ละก้อน เหล่านี้จะมีน้ำหนักของตนเอง น้ำหนักของวัตถุก้อนใหญ่ทั้งก้อนจะเท่ากับผลบวกของน้ำหนักก้อนเล็ก ๆ ทั้งหมดรวมกันตาม กฎของแรงขนาน ตำแหน่งแรงลัพธ์ หรือ แรงรวมน้ำหนักทั้งก้อน คือ “จุดศูนย์กลางถ่วง” ของก้อนวัตถุนั้น 4.4 การคำนวณหาจุดศูนย์กลางถ่วง การหาจุดศูนย์กลางถ่วง สามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะรูปร่างและเนื้อของวัตถุดังนี้ 4.4.1 สำหรับวัตถุทรงเรขาคณิตที่เป็นเนื้อเดียวกันและรูปร่างอย่างเดียวกัน จุดศูนย์กลางถ่วง (Center of Gravity) และจุดเซนทรอยด์จะอยู่ที่เดียวกัน - วัตถุที่เป็นแผ่นและมีความหนาคงที่ - C.G ของแผ่นบางสามเหลี่ยมอยู่ ณ ตำแหน่งของเส้นมัธยฐาน - C.G ของแผ่นสี่เหลี่ยมด้านขนานทุกชนิดอยู่ที่จุดตัดของเส้นทแยงมุม - C.G ของแผ่นกลมอยู่ที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง - วัตถุทรงสมมาตร - C.G ของแท่งยาวที่มีพื้นที่ภาคตัดคงที่อยู่ที่ ณ จุดกึ่งกลางแท่งนั้น - C.G ของวงแหวนกลมอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงแหวน - C.G ของทรงกลมอยู่ที่จุดศูนย์กลางทรงกลม - C.G ของทรงกระบอกอยู่ที่จุดกึ่งกลางของแกนกลาง - C.G ของทรงกรวยยกแหลมอยู่บนเส้นแกนหมุนของกรวยห่างจากฐานกรวยขึ้นมา $\frac{1}{4}$ ของความสูงกรวย 4.4.2 สำหรับวัตถุทรงเรขาคณิตที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันและรูปร่างต่างกัน การหาจุดศูนย์กลางถ่วงของรูปเหล่านี้ใช้วิธีโมเมนต์ของพื้นที่ คือ ผลรวมของโมเมนต์ของพื้นที่รวมจะมีค่าเท่ากับโมเมนต์ของพื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่รวมกัน จะใช้วิธีการเดียวกับการหาเซนทรอยด์ คือวิธีโมเมนต์ของพื้นที่			

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 1-2
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง	แผ่นที่ 5

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 1-2
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับโครงสร้าง	แผ่นที่ 6

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 4
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 11-12
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย		แผ่นที่ 1

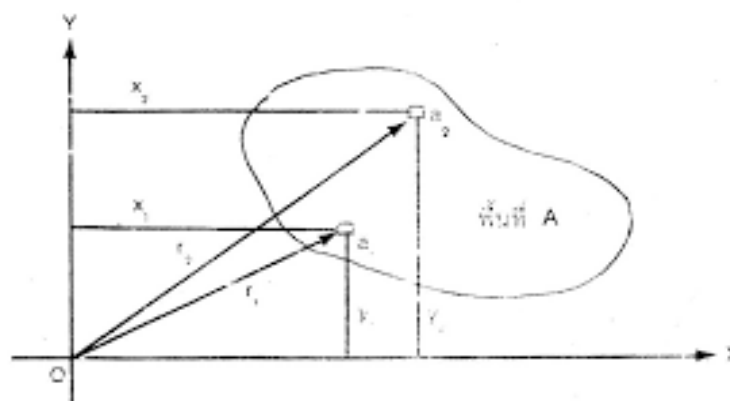
4.1 โมเมนต์ความเฉื่อย

การพิจารณาถึงความแข็งแรงของชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเป็นโครงสร้าง แนนอนสิ่งแรกที่เราจะนำมาพิจารณาเป็นอย่างก็คือพื้นที่หน้าตัดและรูปลักษณะของชิ้นส่วนนั้น อย่างเช่น คาน ในกรณีของหน้าตัดคานถ้าหากมีขนาดใหญ่ก็ย่อมทำให้มีการรับกำลังสูงมากขึ้นไปด้วย และเมื่อมีแรงกระทำต่อชิ้นส่วนก็就会有การกระจายแรงไปยังส่วนต่างๆ ของชิ้นส่วนอย่างต่อเนื่องของพื้นที่หน้าตัด ซึ่งจะทำให้ความเค้นของแรงซึ่งเป็นสัดส่วนกับระยะทางจากแนวแรงถึงแกนของโมเมนต์ ซึ่งสมบัติของพื้นที่หน้าตัดที่มีผลต่อการกระจายแรง นั้นเรียกว่า **โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่**

4.2 การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่

โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ใดๆและรอบแกนใดแกนหนึ่งจะมีค่าเท่ากับผลรวมของผลคูณของพื้นที่เล็กๆที่แบ่งออกจากพื้นที่ ที่แบ่งออกมาจากพื้นที่ใหญ่กับระยะทางจากแกนนั้น ยกกำลังสอง ซึ่งการหาค่าของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่สามารถพิจารณาได้ ดังรูปที่1

รูปที่ 1 แสดงพื้นที่เล็กๆ หมุนรอบแกน X และ Y



จากรูปจะเห็นว่า พื้นที่ A จะถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่เล็กๆ a1 a2 โดยพื้นที่เหล่านี้หมุนรอบแกน Y หรือแกน X โดยพื้นที่เหล่านี้จะมีระยะที่ ห่างจากแกน X และ Y เป็น x1 y1 ตามลำดับ ดังนั้นการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยใดๆสามารถทำได้ โดยเอาผลคูณของพื้นที่เล็กๆกับระยะทางของพื้นที่นั้นๆจนถึงแกนหมุนยกกำลังสอง รวมกันตลอดทั้งพื้นที่

โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ A รอบแกน Y ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย I_y

$$\text{ดังนั้น } I_y = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 \text{ หรือ } I_y = \sum_{i=1}^n a_i x_i^2$$

โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ A รอบแกน X ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย I_x

$$\text{ดังนั้น } I_x = a_1 y_1^2 + a_2 y_2^2 \text{ หรือ } I_x = \sum_{i=1}^n a_i y_i^2$$

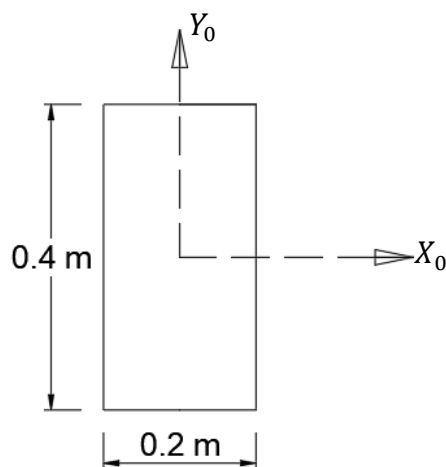
	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 4
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 11-12
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย		แผ่นที่ 2
4.3 โมเมนต์ความเฉื่อยโพลาร์ของพื้นที่ โมเมนต์ความเฉื่อยโพลาร์ของพื้นที่ คือ โมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดกำเนิด หรือรอบแกน ซึ่งจะตั้งฉากกับแกน X และ Y ตามลำดับ จากในรูปที่ 1 จะเห็นว่าพื้นที่เล็กๆ a_1 a_2 อยู่ห่างจากจุดกำเนิดเป็นระยะ r_1 r_2 จะได้ว่า $I = a_1 r_1^2 + a_2 r_2^2$ $I_y = \sum_{i=1}^n a_i r_i^2$ แต่ $r_1^2 = x_i^2 + y_i^2$ หรือ $r_1 = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}$ ดังนั้น $I = \sum_{i=1}^n a_i (x_i^2 + y_i^2)$ หรือ $I = I_x + I_y$ เมื่อ $I =$ โมเมนต์ความเฉื่อยโพลาร์ของพื้นที่ $I_x =$ โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกน X $I_y =$ โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกน Y			

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 4
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 11-12
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	โมเมนต์ความเฉื่อย	แผ่นที่ 3

4.4 การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ด้วยสูตร

การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่นั้นสามารถใช้เพื่อหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ในลักษณะที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตทั่วไปรวมถึงรูปร่างประกอบของรูปทรงเรขาคณิตก็สามารถทำได้เช่นกันโดยใช้สูตรในตารางที่ 1.3.1-1.3.2

ตัวอย่างที่ 1 สี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดความยาว 0.4 เมตร มีความกว้าง 0.2 เมตร จงหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกน X ซึ่งผ่านจุดcentroid



วิธีทำ 1.) หาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกน X_0

$$\text{จากสูตร } I_{0x} = \frac{1bh^3}{12} \text{ ดังตาราง 1.3.1}$$

$$\text{เมื่อ } B = 0.2 \text{ m}$$

$$h = 0.4 \text{ m}$$

เมื่อแทนค่าจะได้

$$I_{0x} = \frac{1 \times (0.2) \times (0.4)^3}{12}$$

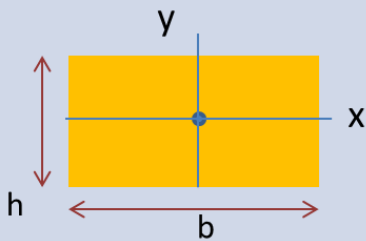
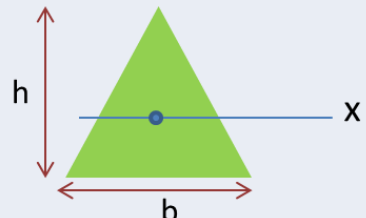
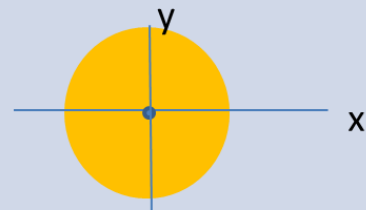
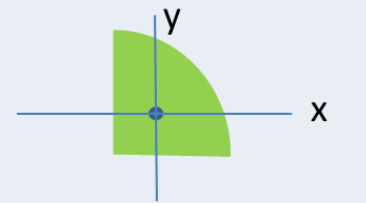
$$I_{0x} = 1.0667 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 4
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 11-12
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย		แผ่นที่ 4

4.5 มิติของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ หรือ หน่วยของโมเมนต์ความเฉื่อย

เนื่องจากโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกนหมุนใดๆ เป็นผลคูณของพื้นที่ที่กั้นระยะทางกำลังสองของพื้นที่นับถึงแกนหมุน ดังนั้นหน่วยของ I จึงเป็น L^4 ถ้าหากหน่วยความยาวเป็นเมตร ดังนั้นหน่วยที่ได้จะเป็น m^4 หรือถ้าเป็นหน่วยมิลลิเมตรก็จะกลายเป็น mm^4

4.6 สูตรการหาโมเมนต์ความเฉื่อย

Shape	Area
	$I_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_y = \frac{hb^3}{12}$
	$I_x = \frac{bh^3}{36}$
	$I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{4}$
	$I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{16}$

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 11-12
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง	แผ่นที่ 5

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 1
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 1-2
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับโครงสร้าง	แผ่นที่ 6

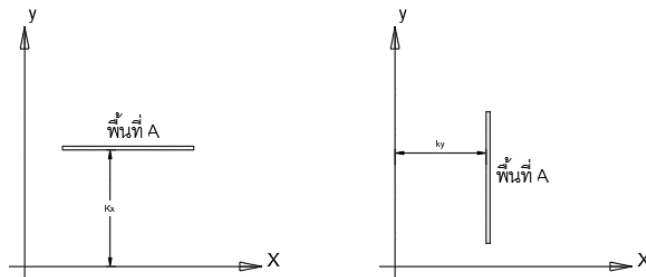
	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 5
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 14
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย รัศมีการหมุน		แผ่นที่ 1

5.1 รัศมีไจเรชั่น

รัศมีไจเรชั่น (Radius of Gyration) มีนิยามคือ รากที่สองของอัตราส่วนระหว่างโมเมนต์ความเฉื่อยต่อพื้นที่หน้าตัด หมายความว่า การนำเอาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยหารด้วยค่าพื้นที่หน้าตัดของแท่งวัสดุนั้นแล้วนำเอาผลที่ได้มาทำการถอดรากที่สองจะได้ค่ารัศมีไจเรชั่น

5.2 รัศมีการหมุนของพื้นที่

โมเมนต์ความเฉื่อยที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นการวัดค่าการกระจายมวลของพื้นที่ที่อยู่ข้างกันมาก จากแกนใดๆ แต่ถ้าหากวัตถุกลายเป็นพื้นที่ ดังนั้นรูปที่ 2 จะทำให้วัตถุนั้นมีระยะห่างจากแกน X และ Y โดยมีระยะห่างออกมาโดยมีตัวแปรเป็นตัว K ถ้าวัดจากแกน x จะได้ K_x ถ้าวัดจากแกน y จะได้ K_y ดังนั้นผลคูณจาก $k_y^2 A$ $k_x^2 A$ จะเป็นโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ของแกน X Y ตามลำดับ โดยเราจะเรียกระยะ K_x K_y ว่ารัศมีไจเรชั่น



$$I = K^2 A \quad \text{หรือ} \quad K = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

ดังนั้น $K^2 = k_x^2 + k_y^2$



ใบเนื้อหา (Information Sheet)

หน่วยที่ 5

ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสรายวิชา 20106-2104

สัปดาห์ที่ 13-14

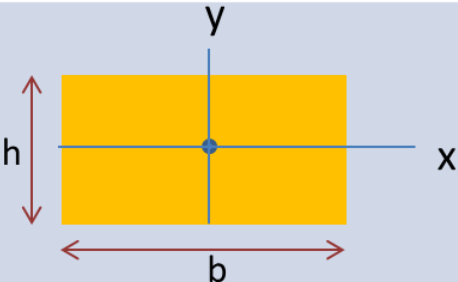
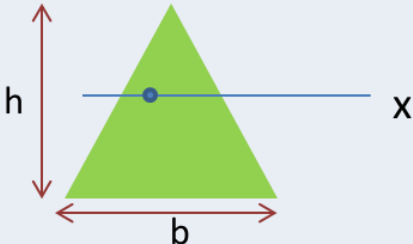
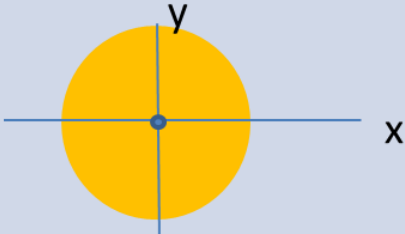
ระดับชั้น ปวช.

สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง

จำนวนคาบ 2

ชื่อหน่วย รัศมีการหมุน

แผ่นที่ 2

รูปทรง	สูตร
	$I_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_y = \frac{hb^3}{12}$
	$I_x = \frac{bh^3}{36}$
	$I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64}$



ใบเนื้อหา (Information Sheet)

หน่วยที่ 5

ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสรายวิชา 20106-2104

สัปดาห์ที่ 13-14

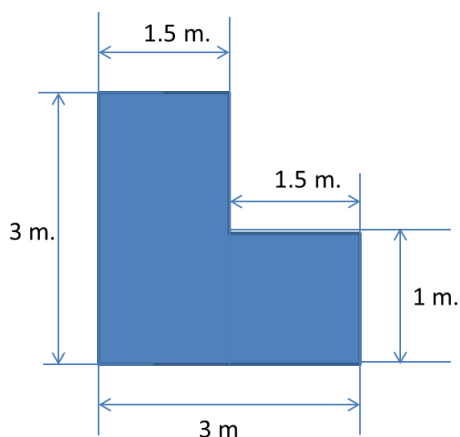
ระดับชั้น ปวช.

สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง

จำนวนคาบ 2

ชื่อหน่วย รัศมีการหมุน

แผ่นที่ 3



วิธีทำ ทำการแบ่งรูป หาพื้นที่ และจุดเซนทรอยด์

$$A_1 = 1.5 \times 3 = 4.5 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 1.5 \times 1 = 1.5 \text{ m}^2$$

$$x_1 = 0.75 \text{ m} \quad y_1 = 1.5 \text{ m}$$

$$x_2 = 2.25 \text{ m} \quad y_2 = 0.5 \text{ m}$$

$$\bar{X} = 1.125$$

$$\bar{Y} = 1.25$$

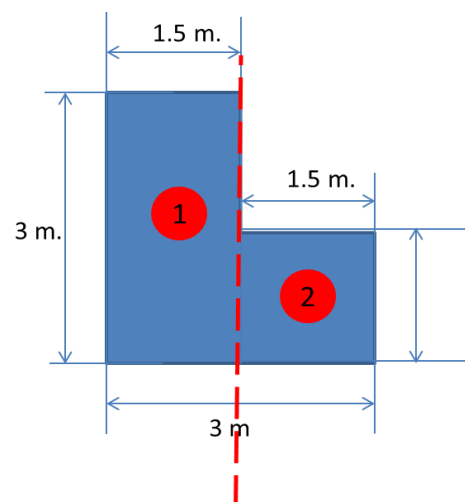
ทำการหาโมเมนต์ความเฉื่อย

$$I_{x1} = \frac{1.5(3)^3}{12} + 4.5(0.25)^2 = 3.66 \text{ m}^4$$

$$I_{y1} = \frac{3(1.5)^3}{12} + 4.5(0.375)^2 = 1.476 \text{ m}^4$$

$$I_{x2} = \frac{1.5(1)^3}{12} + 1.5(0.75)^2 = 0.97 \text{ m}^4$$

$$I_{y2} = \frac{1(1.5)^3}{12} + 1.5(1.125)^2 = 2.18 \text{ m}^4$$



$$I_x = I_{x1} + I_{x2} = 3.66 + 0.97 = 4.63 \text{ m}^4$$

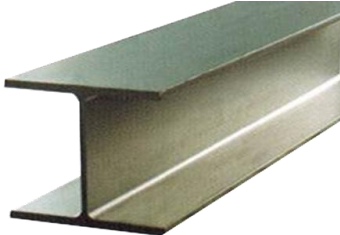
$$I_y = I_{y1} + I_{y2} = 1.476 + 2.18 = 3.66 \text{ m}^4$$

รัศมีการหมุนรอบแกน X

$$K_x = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{4.63}{6}} = 0.878$$

$$K_y = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{3.66}{6}} = 0.781$$

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 5
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 14
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	รัศมีการหมุน	แผ่นที่ 4
5.3 คุณสมบัติเหล็กรูปพรรณ เหล็กรูปพรรณ เป็นเหล็กชนิดหนึ่งที่มีการแปรรูปออกมาเป็นเหล็กชนิดอื่น ๆ หรือเป็นวัสดุรูปทรงต่างๆ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน เหล็กรูปพรรณรีดร้อน คือ เหล็กที่ผ่านกระบวนการรีด ตอนที่เหล็กยังมีอุณหภูมิสูง เพื่อให้ได้หน้าตัดและขนาดต่างๆ - เหล็กฉาก(Angle Bar) - เหล็กรางน้ำ(Channel Bar) - เหล็กไอบีเอ็ม(I-Beam) - เหล็กเอชบีเอ็ม(H-Beam) ตัวอย่างเหล็กรูปแบบต่างๆ 1. เหล็กโครงสร้างรูปตัวซี (Lip Channel) หรือที่เหล่าวิศวกรมักจะเรียกสั้น ๆ ว่าเหล็กตัวซี สาเหตุที่เรียกว่าตัวซี ก็เพราะว่ามีการขึ้นเหล็กรูปพรรณให้เป็นรูปตัวซี (มองจากด้านข้าง) นิยมนำไปใช้กับงานโครงสร้างอาคารใหญ่ ๆ รวมถึงงานสะพาน และงานอาคารสูง คนทั่วไปที่ไม่ได้อยู่ในแวดวงวิศวกรรมอาจเกิดความสับสนระหว่างเหล็กตัวซี และเหล็กรางน้ำได้ จึงขอนำรูปมาเปรียบเทียบให้เห็นความชัดเจนดังต่อไปนี้ เหล็กตัวซี 2.เหล็กรางน้ำ (CHANNEL) อย่างที่ได้กล่าวไปแล้วว่ามีลักษณะคล้ายกับเหล็กตัวซี แต่ถ้าหากพิจารณากันดี ๆ ก็ยังพอจะเห็นความแตกต่างได้อยู่บ้าง การที่เรียกว่าเหล็กรางน้ำ ก็เพราะมีลักษณะคล้ายกับรางน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อการระบายน้ำออก แต่ไม่ได้แปลว่าจะนำไปใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำเลย เหล็กรางน้ำนิยมนำไปใช้กับงานโครงสร้างใหญ่ ๆ ที่ต้องมีการรับน้ำหนักมาก เช่น งานเสาตอม่อ งานสะพานข้ามแม่น้ำ หรือสะพานข้ามแยก รวมถึงงานหลังคา			

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 5
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 13-14
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	รัศมีการหมุน	แผ่นที่ 5
3.เหล็กเอชบีม (H-BEAM) เหล็กรูปพรรณ เหล็กเอชบีม ถูกเรียกในชื่อที่หลากหลายในวงการก่อสร้าง เช่น เหล็กปีกไอ เสาบีม เหล็กตัวเอช หรือเสาเอช มีคุณสมบัติรับน้ำหนักได้มาก มีความทนทานสูง ส่งผลให้ถูกนำไปใช้ในงานก่อสร้างขนาดใหญ่ สำหรับการทำโครงหลังคา เสาบ้านพักอาศัย หรือ โครงงานขนาดใหญ่  4.เหล็กไอบีม (I-BEAM) เหล็กรูปพรรณ เหล็กไอบีม ส่วนมากใช้งานงานโครงสร้างค้ำเสาอาคารสูง เสาส่งไฟฟ้า โรงงาน งานเครื่องจักร และ รางเครน  5.เหล็กฉาก หรือเหล็กมุม จัดเป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน (Hot rolled structural steel) มีรูปทรงคล้ายตัว L ขนาดด้านทั้งสองด้านเท่ากัน มุมฉากตั้งตรง ผิวเรียบ แข็งแรงได้มาตรฐาน ตามมาตรฐาน มอก. 			



ใบเนื้อหา (Information Sheet)

หน่วยที่ 5

ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสรายวิชา 20106-2104

สัปดาห์ที่ 13-14

ระดับชั้น ปวช.

สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง

จำนวนคาบ 2

ชื่อหน่วย รัศมีการหมุน

แผ่นที่ 6

การอ่านตารางหลัก

คุณสมบัติของเหล็กรูปตัด W หรือ H												
หน้าตัด	ขนาด			ความหนา		พื้นที่	โมเมนต์อินเนอร์เซีย		รัศมีจอร์เจียน		โมดูลัสหน้าตัด	
	d	b _f	r	t _w	t _f	A	I _x	I _y	r _x	r _y	S _x	S _y
mm × kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³
900×286	912	302	28	18	34	364.0	498,000	15,700	37.0	6.56	10,900	1,040
900×243	900	300	28	16	28	309.8	411,000	12,600	36.4	6.39	9,140	843
900×213	890	299	28	15	23	270.9	345,000	10,300	35.7	6.16	7,760	688
800×241	808	302	28	16	30	307.6	339,000	13,800	33.2	6.70	8,400	915
800×210	800	300	28	14	26	267.4	292,000	11,700	33.0	6.62	7,290	782
800×191	792	300	28	14	22	243.4	254,000	9,930	32.3	6.39	6,410	662
700×215	708	302	28	15	28	273.6	237,000	12,900	29.4	6.86	6,700	853
700×185	700	300	28	13	24	235.5	201,000	10,800	29.3	6.78	5,760	722
700×166	692	300	28	13	20	211.5	172,000	9,020	28.6	6.53	4,980	602
600×175	594	302	28	14	23	222.4	137,000	10,600	24.9	6.90	4,620	701
600×151	588	300	28	12	20	192.5	118,000	9,020	24.8	6.85	4,020	601
600×137	582	300	28	12	17	174.5	103,000	7,670	24.3	6.63	3,530	511
600×134	612	202	22	13	23	107.7	103,000	3,180	24.6	4.31	3,380	314
600×120	606	201	22	12	20	152.5	90,400	2,720	24.3	4.22	2,980	271
600×106	600	200	22	11	17	134.4	77,600	2,280	24.0	4.12	2,590	228
600×94.6	596	199	22	10	15	120.5	68,700	1,980	23.9	4.05	2,310	199
500×128	488	300	26	11	18	163.5	71,000	8,110	20.8	7.04	2,910	541
500×114	482	300	26	11	15	145.5	60,400	6,760	20.4	6.82	2,500	451
500×103	506	201	20	11	19	131.3	56,500	2,580	20.7	4.43	2,230	257
500×89.6	500	200	20	10	16	114.2	47,800	2,140	20.5	4.33	1,910	214
500×79.5	496	199	20	9	14	101.3	41,900	1,840	20.3	4.27	1,690	185
450×124	440	300	24	11	18	157.4	56,100	8,110	18.9	7.18	2,550	541
450×106	434	299	24	10	15	135.0	46,800	6,690	18.6	7.04	2,160	448
450×76.0	450	200	18	9	14	96.76	33,500	1,870	18.6	4.40	1,490	187
450×66.2	446	199	18	8	12	84.30	28,700	1,580	18.5	4.33	1,290	159
400×605	498	432	22	45	70	770.1	298,000	94,400	19.7	11.1	12,000	4,370
400×415	458	417	22	30	50	528.6	187,000	60,500	18.8	10.7	8,170	2,900
400×283	428	407	22	20	35	360.7	119,000	39,400	18.2	10.4	5,570	1,930
400×232	414	405	22	18	28	295.4	92,800	31,000	17.7	10.2	4,480	1,530
400×200	406	403	22	16	24	254.9	78,000	26,200	17.5	10.1	3,840	1,300
400×197	400	408	22	21	21	250.7	70,900	23,800	16.8	9.75	3,540	1,170
400×172	400	400	22	13	21	218.7	66,600	22,400	17.5	10.1	3,330	1,120
400×168 ^{NC}	394	405	22	18	18	214.4	59,700	20,000	16.7	9.65	3,030	985
400×147 ^{NC}	394	398	22	11	18	186.8	56,100	18,900	17.3	10.1	2,850	951
400×140 ^{NC}	388	402	22	15	15	178.5	49,000	16,300	16.6	9.54	2,520	809
400×107	390	300	22	10	16	136.0	38,700	7,210	16.9	7.28	1,980	481
400×94.3	386	299	22	9	14	120.1	33,700	6,240	16.7	7.21	1,740	418

ช่องที่ 1 เป็นช่องบอกขนาดหน้าตัดหลัก

ช่องที่ 2 บอกขนาดความสูง ความกว้าง

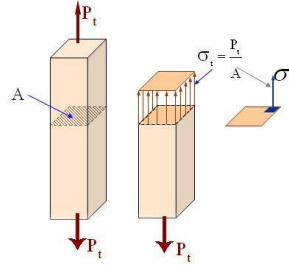
ช่องที่ 3 บอกความหนา

ช่องที่ 4 บอกโมเมนต์ความเฉื่อย

ช่องที่ 5 บอกรัศมีการหมุนรอบพื้นที่

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 6
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 15-16
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย ความเค้นและความเครียด		แผ่นที่ 1
6.1 ความหมายของความเค้น ความเค้น หมายถึง แรงต้านทานของวัสดุต่อหน่วยพื้นที่ที่แรงกระทำ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็น “กำลังภายในวัสดุ” ที่มีค่าเท่ากับแรงกระทำหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของวัสดุที่รับแรง สัญลักษณ์จะใช้แทนด้วย “σ” ศัพท์ทางวิชาการมักจะใช้คำว่า “หน่วยแรง” ดังนั้นในบทนี้หากกล่าวว่า “หน่วยแรง” ก็ให้เข้าใจว่าเป็น “ความเค้น” ด้วยเช่นกันหน่วยของความเค้น จะมีหน่วยเป็น “หน่วยน้ำหนักต่อแรงกระทำ” เช่นในระบบอังกฤษ จะใช้ $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ หรือ psi ในระบบ SI จะใช้ N/m^2 $\sigma = \frac{F}{A}$ โดยที่ คือ ความเค้น มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือ ปาสคาล (Pa) F คือ แรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N) A คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อนวัตถุ มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2) 6.2 ชนิดของความเค้นและสูตรการหาความเค้น 6.2.1 ความเค้นดึง (Tensile Stress) เกิดขึ้นเมื่อวัสดุอยู่ภายใต้แรงดึงซึ่งแนวแรงมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด ต่อพื้นที่หน้าตัดนั้น ในสภาวะสมดุล พิจารณาในทิศทางตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด $\begin{aligned} \text{แรงภายใน} &= \text{แรงภายนอก} \\ \sigma_t \times dA &= dP \end{aligned}$ ผลรวมของแรงตลอดพื้นที่หน้าตัด $\begin{aligned} \int_A \sigma_t \times dA &= \int dP \\ \sigma_t \times A &= P \\ \text{ดังนั้น } \sigma_t &= \frac{P}{A} \end{aligned}$			

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 6
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 15-16
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย ความเค้นและความเครียด		แผ่นที่ 2



รูปที่ 6.4 ท่อนวัสดุรับแรงดึง

6.2.2 ความเค้นอัด (Compressive Stress) เกิดขึ้นเมื่อวัสดุอยู่ภายใต้แรงอัด ซึ่งแนวแรงมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด ต่อพื้นที่หน้าตัดนั้น

ในสภาวะสมดุล พิจารณาในทิศทางตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด

พิจารณาทำนองเดียวกันกับความเค้นดึง

แรงภายใน = แรงภายนอก

$$\sigma_c \times dA = dP$$

(6.3)

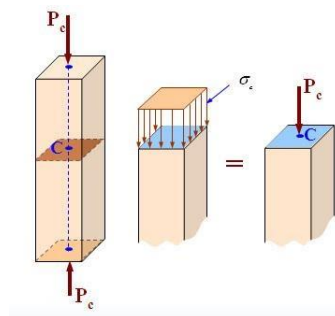
ผลรวมของแรงตลอดพื้นที่หน้าตัด

$$\int_A \sigma_c \times dA = \int dP$$

$$\sigma_c \times A = P$$

$$\text{ดังนั้น } \sigma_c = \frac{P}{A}$$

(6.4)



รูปที่ 6.5 ท่อนวัสดุรับแรงอัด

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 6
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104
	ระดับชั้น	ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง
	ชื่อหน่วย	ความเค้นและความเครียด	แผ่นที่ 3

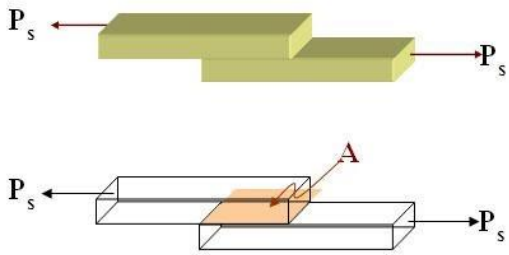
6.2.3 ความเค้นเฉือน (Shear Stress) เกิดขึ้นเมื่อวัสดุอยู่ภายใต้แรงเฉือน ซึ่งมีทิศทางขนานกับพื้นที่หน้าตัด ต่อพื้นที่ที่หน้าตัดนั้น พิจารณาเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ โดยพยายามทำให้วัตถุขาดออกจากกันตามแนวระนาบที่ขนานกับทิศทางของแรง จะเกิดแรงภายในต้านทานแรงภายนอกบนระนาบนั้นเราเรียกแรงภายในนี้ว่า แรงเฉือน (Shear Force) เมื่อหารแรงนี้ด้วยพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงหรือด้านทานแรงนี้จะได้ค่า แรงเค้นเฉือน (Shear Stress) ในสภาวะสมดุล พิจารณาในทิศทางตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด

พิจารณาเดียวกันกับความเค้นดึง จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นเฉือนกับแรงเฉือนดังนี้

$$T = \frac{V}{A} \quad (6.5)$$

ค่าแรงเฉือนที่คำนวณได้นี้เป็นเพียงค่าเฉลี่ยเท่านั้น (โดยสมมุติว่าค่าแรงเฉือนกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วหน้าตัดที่รับแรง) แต่ในความเป็นจริงแล้วการกระจายของแรงเฉือนอาจจะอยู่ยากกว่านี้แล้วแต่กรณี

ในกรณีที่เป้นแรงดึงและแรงอัด พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงจะตั้งฉากกับทิศทางของแรง แต่ในกรณีแรงเฉือน พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงจะขนานกับทิศทางของแรง



รูปที่ 6.6 วัสดุรับแรงเฉือน

6.3 การคำนวณหาความเค้น

ตัวอย่างที่ 6.1 ลวดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm. นำมาใช้แขวนวัตถุมวล 80 kg จงหาความเค้นดึงในเส้นลวด ?

วิธีทำ

จากสูตร $\sigma_t = \frac{P}{A}$

เมื่อ $P = 80 \times 9.81 = 784.8 \text{ N}$

พื้นที่ $A = \frac{\pi}{4} D^2 = 3.1416 \text{ mm}^2$

แทนค่า $\sigma_t = 784.8 / 3.1416 = 249.809 \text{ N/mm}^2$

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 6
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 15-16
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย ความเค้นและความเครียด		แผ่นที่ 4

6.4 ความหมายของความเครียด

เมื่อมีแรงภายนอกกระทำต่อโครงสร้างจะมีผลทำให้ชิ้นส่วนของโครงสร้างเสียรูปไป(Deformation) โดยทำให้ส่วนของโครงสร้างนั้นเกิดความเครียดขึ้น ซึ่งความเครียดนั้น มินิยามว่า ขนาดที่เปลี่ยนแปลงไปของมวลวัสดุต่อขนาดเดิม ในทิศทางใดทิศทางหนึ่งที่พิจารณา หรืออาจแสดงได้โดยสมการดังนี้

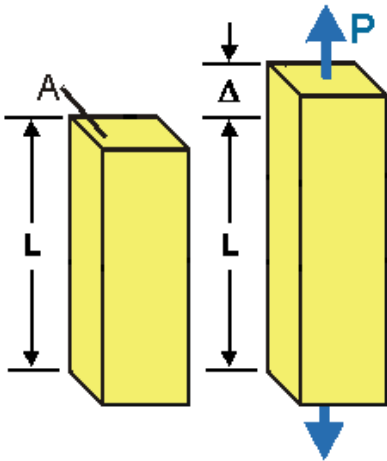
ความเครียด = ส่วนที่เปลี่ยนแปลง = ความยาวเดิม

$$\epsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{L' - L}{L}$$

เมื่อให้ ϵ = ความเครียดของวัสดุ (สัญลักษณ์ ϵ อ่านว่า Epsilon)

δ = ความยาวที่เปลี่ยนแปลงอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง
(Elongation or Contraction สัญลักษณ์ δ อ่านว่า Delta)

L = ความยาวเดิม (Gauge Length)



รูปที่ 7.1 ส่วนของโครงสร้างเมื่อเกิดความเครียด

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 6
	ชื่อรายวิชา	กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 15-16
	ระดับชั้น	ปวช. สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย	ความเค้นและความเครียด	แผ่นที่ 5

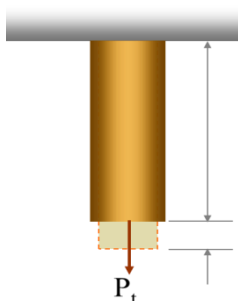
6.5 ชนิดของความเครียด

ความเครียดคือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุในขณะที่ถูกแรงภายนอกกระทำ การศึกษาเรื่องความเครียดเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของระยะยึดตัว เมื่อแท่งโลหะทดสอบถูกดึงให้ยึดตัวออกไปด้วยแรงดึงทดสอบปริมาณหนึ่ง แล้ววัดระยะยึดตัวออกของแท่งทดสอบ นำระยะยึดตัวออกหารด้วยความยาวเดิมก็จะได้ความเครียดของวัสดุนั้น หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่า ความเครียดคือ อัตราส่วนระหว่างระยะที่เปลี่ยนไปต่อความยาวเดิม ความเครียดมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า หน่วยการยืดหดตัว ความเครียดแบ่งตามลักษณะและทิศทางของแรงภายนอกที่กระทำต่อหน้าตัดวัสดุได้ 3 ชนิด คือ

6.5.1 ความเครียดดึง (Tensile Strain)

ชิ้นส่วนของโครงสร้างที่มีความยาวเดิม เมื่อมีแรงดึงมากระทำในรูปที่ 7.2 ทำให้ส่วนของโครงสร้างนั้นยืดออก จะมีผลทำให้ความเครียดดึงขึ้นดังแสดงไว้ในสมการ

$$\epsilon_t = \frac{\delta}{L}, \frac{\square}{L} \quad (7.1)$$



รูปที่ 7.2 แสดงการเกิดความเครียดดึง

6.5.2 ความเครียดอัด (Compressive Strain)

ชิ้นส่วนของโครงสร้างที่มีความยาวเดิม เมื่อมีแรงอัดมากกว่าในรูปที่ 7.3 ทำให้ส่วนของโครงสร้างนั้นหดลง จะมีผลทำให้ความเครียดอัดขึ้น ดังแสดงไว้ในสมการ คือ

$$\epsilon_c = -\frac{\delta}{L}, -\frac{\square}{L} \quad (7.2)$$

	ใบเนื้อหา (Information Sheet)		หน่วยที่ 6
	ชื่อรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	รหัสรายวิชา 20106-2104	สัปดาห์ที่ 15-16
	ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชา/แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง	จำนวนคาบ 2
	ชื่อหน่วย ความเค้นและความเครียด		แผ่นที่ 6
รูปที่ 7.3 แสดงการเกิดความเครียดอัด 6.5.3 ความเครียดเฉือน (Shear Strain) ส่วนของโครงสร้างที่มีความยาวเดิม เมื่อมีแรงเฉือนมากระทำในรูปที่ 7.4 ทำให้ส่วนของโครงสร้างนั้นเคลื่อนไหวยไปตามแนวแรง ทำให้เกิดความเครียดเฉือนขึ้นดังแสดงไว้ในสมการ คือ $\epsilon_s = \frac{\delta}{L}, \frac{\square L}{L}$ 6.6 การคำนวณหาความเครียด ตัวอย่างที่ 7.1 ลวดมีความยาว 1.2 เมตรอยู่ภายใต้แรงดึง ซึ่งทำให้ยืดออกไป 4.5 มิลลิเมตร จงหาความเครียดที่เกิดขึ้น <u>วิธีทำ</u> $\text{จากสูตร} \quad \epsilon_t = \frac{\delta}{L}$ เมื่อ $\delta = 4.5 \text{ mm.}$ และ $L = 1.2 \times 1000 = 1200 \text{ mm.}$ $\text{แทนค่า} \quad \epsilon_t = \frac{4.5}{1200}$ $= 0.00375$ $\therefore$ ความเครียดที่เกิดขึ้นเท่ากับ 0.00375			

