

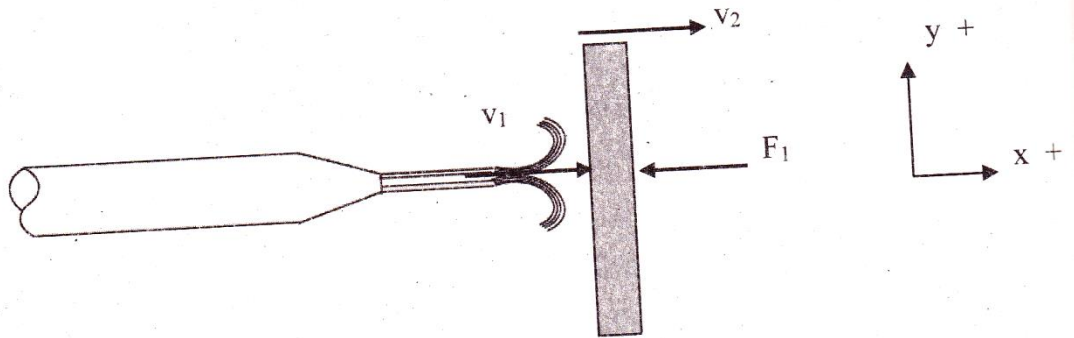
	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา กลศาสตร์ของไหล รหัสวิชา 3100 – 0103	สอนครั้งที่ 13
	ชื่อหน่วย แรงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของของไหล	จำนวน 3 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน แรงของของไหลที่กระทำต่อแผ่นผิวเรียบที่เคลื่อนที่, แรงของของไหลกระทำกับแผ่นผิวโค้งซึ่งอยู่กับที่		
หัวข้อเรื่องและงาน 7.3 แรงของของไหลที่กระทำต่อแผ่นผิวเรียบที่เคลื่อนที่ 7.4 แรงของของไหลกระทำกับแผ่นผิวโค้งซึ่งอยู่กับที่		
สาระสำคัญ 7.3 แรงของการไหลที่กระทำต่อแผ่นผิวเรียบที่เคลื่อนที่ คือ ในการศึกษาแรงของของไหลที่กระทำต่อแผ่นผิวเรียบที่เคลื่อนที่ จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ แผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันกับของไหล,แผ่นเรียบเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกับของไหล 7.4 แรงของการไหลกระทำกับแผ่นผิวโค้งซึ่งอยู่กับที่ คือ เมื่อของไหลซึ่งมีความเร็ว (v) วิ่งกระทบแผ่นผิวโค้งเรียบซึ่งอยู่กับที่ โดยความเร็วสุดเข้าแผ่นโค้งเท่ากับความเร็วที่ออกจากแผ่นโค้ง ($v_1 = v_2$) ซึ่งสามารถหาขนาดของแรง (F) ได้เมื่อรู้ขนาดของแรง F_1 และ F_2		
สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ) 1. คำนวณหาแรงของการไหลที่กระทำต่อแผ่นผิวเรียบที่เคลื่อนที่ ได้อย่างถูกต้อง 2. คำนวณหาแรงของการไหลกระทำกับแผ่นผิวโค้งซึ่งอยู่กับที่ ได้อย่างถูกต้อง		

เนื้อหาสาระ

7.3 แรงของของไหลที่กระทำต่อแผ่นผิวเรียบที่เคลื่อนที่

ในการศึกษาแรงของของไหลที่กระทำต่อแผ่นผิวเรียบที่เคลื่อนที่ จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

7.3.1 แผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันกับของไหล พิจารณารูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 แผ่นเรียบเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันกับของไหล

พิจารณาแผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ไปตามแนวแกน X ด้วยความเร็ว v_2 ในทิศทางเดียวกันกับของไหลที่พุ่งออกจากหัวฉีดด้วยความเร็ว v_1 ดังนั้น $v_{1x} = v_1$ และ $v_{2x} = v_2$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นจากสมการ} \quad \Sigma F_x &= \rho \cdot Q(v_{2x} - v_{1x}) \\ -F_1 &= \rho \cdot Q(v_2 - v_1)\end{aligned}$$

หรือ

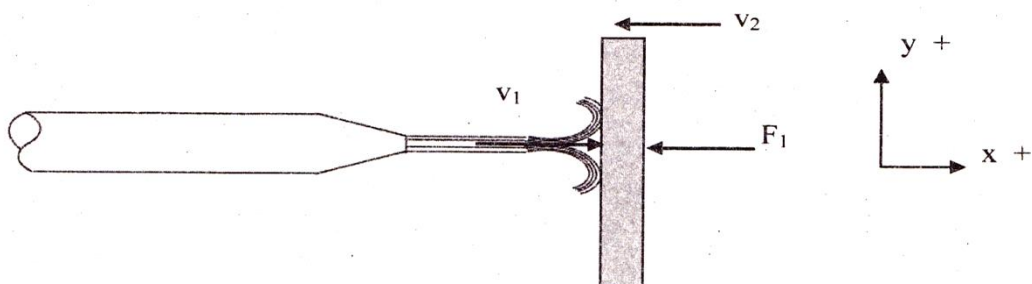
$$F_1 = \rho \cdot Q(v_1 - v_2) \quad \dots\dots\dots(7.8)$$

จากสมการจะพบว่า แรง F_1 จะมีค่าก็ต่อเมื่อ ความเร็ว $v_1 > v_2$ และอัตราการไหล (Q) สามารถหาได้จาก

$$Q = A_j (v_1 - v_2)$$

เมื่อ A_j คือ พื้นที่หน้าตัดของของไหล

7.3.2 แผ่นเรียบเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกับของไหล พิจารณารูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 แผ่นเรียบเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้ามกับของไหล

พิจารณาแผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ไปตามแนวแกน x ด้วยความเร็ว v_2 ในทิศทางตรงกันข้ามกับของไหลที่พุ่งออกจากหัวฉีดด้วยความเร็ว v_1 ดังนั้น $v_{1x} = v_1$ และ $v_{2x} = -v_2$

ดังนั้นจากสมการ

$$\sum F_x = \rho.Q(v_{2x} - v_{1x})$$

$$-F_1 = \rho.Q(-v_2 - v_1)$$

หรือ

$$F_1 = \rho.Q(v_1 + v_2) \quad \dots\dots\dots(7.9)$$

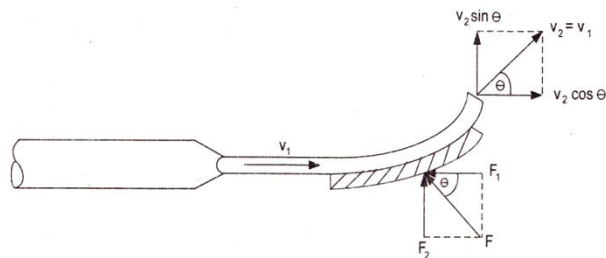
โดยอัตราการไหล (Q) สามารถคำนวณได้จาก

$$Q = A_j (v_1 + v_2)$$

เมื่อ A_j คือ พื้นที่หน้าตัดของของไหล

7.4 แรงของของไหลกระทำกับแผ่นผิวโค้งซึ่งอยู่กับที่

เมื่อของไหลซึ่งมีความเร็ว (v) วิ่งกระทบแผ่นผิวโค้งเรียบซึ่งอยู่กับที่ดังรูปที่ 7.4 โดยความเร็วสุดเข้าแผ่นโค้งเท่ากับความเร็วที่ออกจากแผ่นโค้ง ($v_1 = v_2$) ซึ่งสามารถหาขนาดของแรง (F) ได้เมื่อรู้ขนาดของแรง F_1 และ F_2 ดังรูปที่ 7.4



รูปที่ 7.4 ของไหลพุ่งกระทบแผ่นโค้งซึ่งอยู่กับที่

พิจารณาแรงในแนวแกน x (F_1)

$$\sum F_x = \rho.Q(v_{2x} - v_{1x})$$

$$-F_1 = \rho.Q(v_2 \cos \theta - v_1)$$

แต่ความเร็วเข้า (v_1) = ความเร็วขาออก (v_2)

ดังนั้น

$$F_1 = \rho.Q(1 - \cos \theta_1) \quad \dots\dots\dots(7.10)$$

พิจารณาแรงในแนวแกน y (F_2)

$$\sum F_y = \rho.Q(v_{2y} - v_{1y})$$

จากรูป $v_{2y} = v_2 \sin \theta$ และ $v_{1y} = 0$

$$F_2 = \rho.Q(v_2 \sin \theta - 0)$$

(7.11).....

$$F_2 = \rho.Q(v_2 \sin \theta) = \rho.Q(v_1 \sin \theta)$$

รวมแรง

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad \dots\dots\dots(7.12)$$

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู

ขั้นนำ

1. กล่าวทักทายนักศึกษาแล้วนำภาพของวัตถุที่จมอยู่ในของเหลว แล้วอธิบายหลักการ

ทำงาน

ขั้นสอน

1. แจกจุดประสงค์รายวิชา หัวข้อที่จะต้องเรียน การวัดการประเมนผล ข้อตกลงต่าง ๆ แก่

นักศึกษา

2. บรรยายเนื้อหาประกอบแผ่นใสในหน่วยที่ 5
3. สาธิตหลักการคำนวณประกอบแผ่นใสตัวอย่างที่ 5.3 5.5 และ 5.9
4. ให้ทำแบบฝึกหัดและเปิดโอกาสให้นักศึกษาถาม

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนสรุปเนื้อหาให้นักศึกษาฟัง และถามนักศึกษาในเรื่องที่เรียน

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม

1. ให้นักศึกษาไปศึกษาเนื้อหาตัวอย่างที่ 5.3 5.5 และ 5.9 เพื่อทำการทดสอบ

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 5
2. แผ่นใสหน่วยที่ 5 ตัวอย่างที่ 5.3 5.5 และ 5.9

การวัดผลและประเมินผล

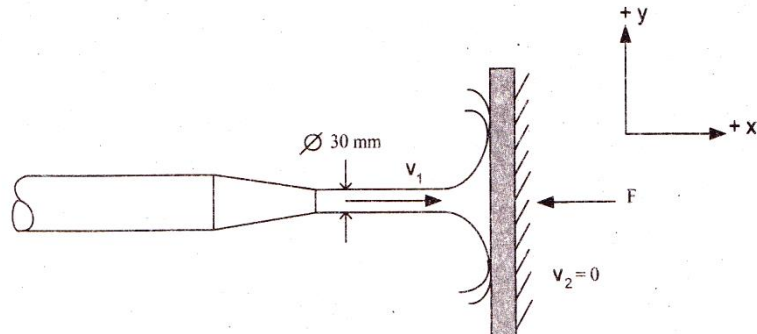
1. สังเกตความสนใจผู้เรียน
2. ความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย
3. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน
4. ให้ทำแบบทดสอบ

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ดำรวจัดบเพลิงฉีดน้ำกระทบผนังด้วยความเร็ว 120 m/s จงคำนวณหาแรงในแนวระดับที่ดันไม่ให้ผนังเคลื่อนที่ ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางปลายหัวฉีดเท่ากับ 30 mm
2. ลำน้ำพุ่งออกจากหัวฉีดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 mm มีอัตราการไหล $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ จง คำนวณหาแรงบนผิวเรียบเมื่อ
 - ก) แผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s ในทิศทางเดียวกันกับลำน้ำ
 - ข) แผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s ในทิศทางสวนทางกันกับลำน้ำ
3. น้ำพุ่งออกจากหัวฉีดด้วยความเร็ว 6 m/s พุ่งปะทะกับแผ่นผิวโค้งมุม 90° ซึ่งอยู่กับที่ (ดังรูป) ถ้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำน้ำเท่ากับ 26 mm จงคำนวณหาแรงดันของแผ่นผิวโค้งในแนวแกน x และ y

เฉลยแบบฝึกหัด

1. ดำรวจดับเพลิงฉีดน้ำกระทบผนังด้วยความเร็ว 120 m/s จงคำนวณหาแรงในแนวระดับที่ดันไม่ให้ผนังเคลื่อนที่ ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางปลายหัวฉีดเท่ากับ 30 mm



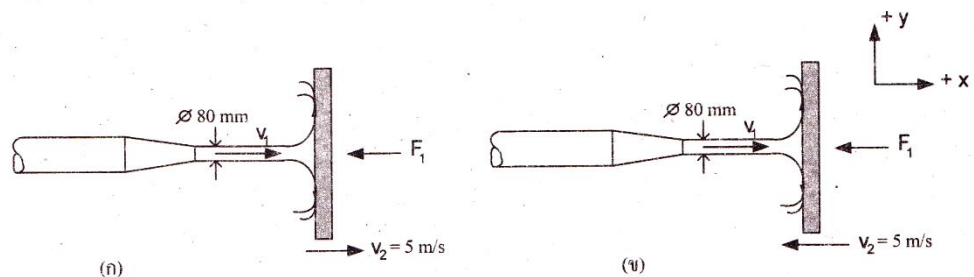
วิธีทำ	ความหนาแน่นน้ำ	ρ	=	1,000 kg/m ³
	พื้นที่หน้าตัดหัวฉีด	A	=	$\frac{\pi}{4}(0.03)^2 = 7.069 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
	หาอัตราการไหลของน้ำ	Q	=	v.A
			=	$120 \times 7.069 \times 10^{-4}$
		Q	=	0.085 m ³ /s
จากสมการ		$\sum F_x$	=	$\rho \cdot Q \cdot (v_{2x} - v_{1x})$
หรือ		F ₁	=	$\rho \cdot Q \cdot v_1$
			=	$1,000 \text{ kg/m}^3 \times 0.085 \text{ m}^3/\text{s} \times 120 \text{ m/s}$
		F ₁	=	10,200 N

แรงดันของผนัง เท่ากับ 10,200 N มีทิศทางไปทางซ้าย

ตอบ

2. ลำน้ำพุ่งออกจากหัวฉีดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 mm มีอัตราการไหล 0.15 m³/s จง คำนวณหาแรงบนผิวเรียบเมื่อ

- ก) แผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s ในทิศทางเดียวกันกับลำน้ำ
ข) แผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s ในทิศทางสวนทางกันกับลำน้ำ



วิธีทำ	หาพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ	A	=	$\frac{\pi}{4}(0.08)^2 = 0.00503 \text{ m}^2$
--------	-----------------------	---	---	---

หาความเร็วของลำน้ำที่ออกจากหัวฉีด

$$V_1 = Q/A = 0.15/0.00503 \text{ m}^2$$

$$V_1 = 29.82 \text{ m/s}$$

ความหนาแน่นของน้ำ $\rho = 1,000 \text{ kg/m}^3$

ก) แผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันกับลำน้ำ

$$F_1 = \rho \cdot Q \cdot (v_1 - v_2) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$Q = A (v_1 - v_2)$$

$$= 0.00503 (29.82 - 5)$$

$$Q = 0.00503 \text{ kg/s}$$

แทนค่าในสมการ (1)

$$F_1 = \rho \cdot Q \cdot (v_1 - v_2)$$

$$= 1,000 \times 0.125 \times (29.82 - 5)$$

$$F_1 = 3,102.5 \text{ N}$$

ข) แผ่นผิวเรียบเคลื่อนที่ในทิศทางสวนทางกันกับลำน้ำ

$$F_1 = \rho \cdot Q (v_1 + v_2)$$

หาอัตราการไหลของลำน้ำที่กระทบแผ่นผิวเรียบ

$$Q = A(v_1 + v_2)$$

$$= 0.00503 (29.82 + 5)$$

$$Q = 0.175 \text{ m}^3/\text{s}$$

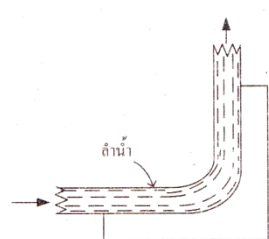
แทนค่าในสมการ (2) จะได้

$$F_1 = \rho \cdot Q (v_1 + v_2)$$

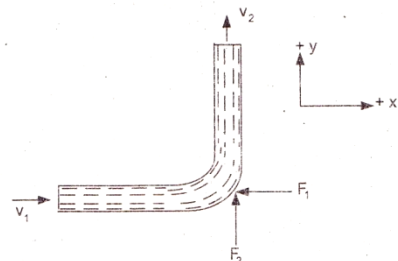
$$= 1,000 \times 0.175 \times (29.82 + 5)$$

$$F_1 = 6,093.5 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

3. น้ำพุ่งออกจากหัวฉีดด้วยความเร็ว 6 m/s พุ่งปะทะกับแผ่นผิวโค้งมุม 90° ซึ่งอยู่กับที่ (ดังรูป) ถ้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำน้ำเท่ากับ 26 mm จงคำนวณหาแรงดันของแผ่นผิวโค้งในแนวแกน x และ y



ก. ลำน้ำปะทะแผ่นผิวโค้ง



ข. แผนภาพอิสระ

วิธีทำ	หาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ	A	$=$	$\frac{\pi}{4}(0.026)^2 = 5.31 \times 10^{-4} m^2$
	ความหนาแน่นของน้ำ	ρ	$=$	$1,000 \text{ kg/m}^3$
	หาอัตราการไหลของน้ำ	Q	$=$	$A.v = 5.31 \times 10^{-4} m^2 \times 6 m/s$
		Q	$=$	$3.186 \times 10^{-3} m^3/s$

หาแรงในแนวแกน x

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \rho.Q.v.(1 - \cos 90) \\
 &= \frac{\pi}{4}(0.026)^2 = 1,000 \times 3.186 \times 10^{-3} \times 6 \times (1 - 0) \\
 F_1 &= 19.116 \text{ N}
 \end{aligned}$$

หาแรงในแนวแกน y

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \rho.Q.v_2 \sin \theta \\
 &= 1,000 \times 3.186 \times 10^{-3} \times 6 \sin 90 \\
 F_2 &= 19.116 \text{ N}
 \end{aligned}$$

ตอบ

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการสอนของครู.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....