

	แผนการสอน	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา กลศาสตร์ของไหล รหัสวิชา 3100 – 0103	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติของของไหล (Properties of Fluids)	จำนวน 3 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน ความหมายของของไหล,หน่วยและสัญลักษณ์, มวล น้ำหนักและแรง,คุณสมบัติของของไหล		
หัวข้อเรื่องและงาน 1.1 ความหมายของของไหล 1.2 หน่วยและสัญลักษณ์ 1.3 มวล น้ำหนัก และแรง 1.4 คุณสมบัติของของไหล สาระสำคัญ 1. ความหมายของของไหล คือ สสารที่สามารถไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำและเปลี่ยนรูปร่างตามภาชนะที่รองรับ 2. หน่วยและสัญลักษณ์ ใช้การวัดมาตราส่วนต่างๆ เช่น ชั่ง ตวง วัด ในทางกลศาสตร์จะใช้วัดปริมาณพื้นฐาน 4 ปริมาณ คือ ความยาว มวล เวลาและแรง โดยมีหน่วยและสัญลักษณ์เป็นหน่วย SI 3. มวล น้ำหนัก และแรงคือ ปริมาณหรือค่าวัดความเฉื่อยของวัตถุมีหน่วย m , แรงดึงดูดของโลกมีหน่วย w และ การกระทำของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่งมีหน่วย F 4. คุณสมบัติของของไหลได้แก่ ความหนาแน่น น้ำหนักจำเพาะ ปริมาตรจำเพาะ ความถ่วงจำเพาะ สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ) 1. อธิบายความหมายของของไหลได้อย่างถูกต้อง 2. บอกหน่วยและสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง 3. สามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก มวล และแรงได้อย่างถูกต้อง 4. สามารถคำนวณหาความหนาแน่น น้ำหนักจำเพาะ ปริมาตรจำเพาะ และความถ่วงจำเพาะของของไหลได้อย่างถูกต้อง		

เนื้อหาสาระ

1.1 ความหมายของของไหล

กลศาสตร์ของไหล เป็นวิชาที่ศึกษาพฤติกรรมของไหล ทั้งในสภาพสภาพอยู่นิ่งและกำลังเคลื่อนที่ คำว่าของไหล หมายถึง สสารที่สามารถไหลได้และเปลี่ยนรูปร่างตามภาชนะตามที่รองรับ ถ้ามีความเค้นเฉือนเพียงเล็กน้อยมากกระทำกับของไหล จะทำของไหลเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นของไหลจึงเป็นชื่อเรียกทั้งของเหลวและก๊าซ

ความแตกต่างของก๊าซและของเหลวตามลักษณะสมบัติ มีดังนี้

- 1.ก๊าซที่มีภาชนะปิดจะสามารถขยายตัวได้เต็มภาชนะที่บรรจุ
- 2.ของเหลวเป็นปริมาตรของตัวเองและเป็นปริมาตรคงที่ ไม่ว่าจะนำของเหลวมาไว้ในภาชนะขนาดใด ปริมาณก็คงเท่าเดิม และการที่ของเหลวมีปริมาตรคงตัวทำให้ของเหลวมีผิวหน้า
- 3.ก๊าซเป็นของเหลวที่สามารถกดดันได้ เนื่องจากมีปริมาตรเปลี่ยนแปลงไปมาก เมื่อความดันเปลี่ยนแปลง
- หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ก๊าซเป็นของไหลที่มีค่าความหนาแน่นเปลี่ยนแปลง
- 4.ของเหลวเป็นของไหลที่กดอัดตัวไม่ได้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรน้อยมากเมื่อความดันเปลี่ยนแปลง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือว่าของเหลวเป็นของไหลที่มีค่าความหนาแน่นคงที่ หรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อความดันเปลี่ยนแปลง

1.2 หน่วยและสัญลักษณ์

ปริมาณต่างๆ ที่วัดจะต้องมีหน่วยที่เหมาะสมกำกับ ปัจจุบันมีระบบหน่วยซึ่งประเทศต่างๆ ได้ตกลงที่จะใช้ร่วมกันเป็นมาตรฐานสากล เรียกว่า ระบบหน่วยนานาชาติ (International System of Units) ซึ่งมีอักษรย่อว่า หน่วยเอสไอ (SI units) เป็นระบบหน่วยที่ยอมรับใช้โดยที่ประชุมนานาชาติว่าด้วยมาตรา ซึ่ง ตวง วัด หน่วยที่ใช้ในกลศาสตร์ของไหล สำหรับวัดปริมาณพื้นฐาน 4 ปริมาณ คือ ความยาว มวล เวลา และแรง โดยมีหน่วยและสัญลักษณ์ดังตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 ระบบหน่วยพื้นฐานที่ใช้ในกลศาสตร์ของไหล

ปริมาณ	มิติ	ระบบหน่วยเอสไอ	สัญลักษณ์
ความยาว (length)	L	เมตร (meter)	m
มวล (mass)	M	กิโลกรัม (kilogram)	kg
เวลา (time)	T	วินาที (second)	s
แรง (force)	F	นิวตัน (Newton)	N

ตารางที่ 1.2 หน่วยที่อนุพันธ์ในวิชากลศาสตร์ของไหล

ปริมาณ	สัญลักษณ์	หน่วยระบบเอสไอ	หน่วยอื่นๆ ที่นิยมใช้
ความดัน (Pressure)	P	N / m ² หรือ Pascal (pa)	Kilopascals(kpa);bar
พลังงาน (Enregy)	E	N.m หรือ จูล (J)	Kg.m ² / s ²
กำลังงาน (Power)	P	N.m/s หรือ J/s	Watt(W):kW
ปริมาตร (Volume)	V	m ³	Liter(L)
พื้นที่ (Amrea)	A	m ²	mm ²
อัตราการไหลเชิงปริมาตร (Volume flow rate)	Q	m ³ /s	L/s;L/min
อัตราการไหลเชิงมวล (Mass flow rate)	M	kg/s	kg/h
น้ำหนักจำเพาะ (Specific weight)	γ	N/ m ³	kg/m ³
ความถ่วงจำเพาะ (Density)	ρ	kg/m ³	N.s ² /m ²

นอกจากหน่วยของกรวัดปริมาตร ในระบบหน่วยสากลได้กำหนดให้ใช้คำนำหน้าหน่วย(prefixes)แทนการบอกค่าของปริมาณที่มีค่ามากหรือน้อยเกินไป ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 คำนำหน้าหน่วยในระบบหน่วยเอสไอ

คำนำหน้าหน่วย	สัญลักษณ์	ขนาดของปริมาณ
เทระ (tera)	T	10 ¹²
จิกะ (giga)	G	10 ⁹
เมกะ (mega)	M	10 ⁶
กิโล (klilo)	k	10 ³
เซนติ (centi)	c	10 ⁻²
มิลลิ (milli)	m	10 ⁻³
ไมโคร (micro)	μ	10 ⁻⁶
นาโน (nano)	n	10 ⁻⁹
พิโก (pico)	p	10 ⁻¹²

1.3 มวล น้ำหนัก และแรง

มวล(Mass)หมายถึงปริมาณหรือค่าที่วัดความเฉื่อยของวัตถุ เป็นปริมาณที่มากขึ้นกับตำแหน่งที่ตั้งหรือสิ่งรอบข้าง สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับมวลคือ m

น้ำหนัก (Weight) หมายถึง แรงดึงดูดของโลกที่มีต่อวัตถุ น้ำหนักจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งตั้งของวัตถุ สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับน้ำหนักคือ W

แรง (Force) หมายถึง การกระทำของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ก่อให้เกิดหรือพยายามเปลี่ยนสภาพการอยู่นิ่ง หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุ สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับแรงคือ F

1.3.1 ความสัมพันธ์ของน้ำหนักกับมวล คือ

$$W = mg$$

.....(1.1)

เมื่อ

w คือ น้ำหนักของวัตถุ

m คือ มวลของวัตถุ

g คือ ความเร่งอันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของโลก มีค่าเท่ากับ 9.81 m/s^2

หมายเหตุ $1 \text{ N} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

1.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับมวล

จากกฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน

$$F = ma$$

.....(1.2)

เมื่อ a คือ ความเร่ง (m/s^2)

$$\text{ดังนั้นหน่วยของแรง } F = mg = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{N}$$

หรือ

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

ซึ่งแรง 1 N หมายถึง แรงที่ทำให้วัตถุมวล 1 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 1 m/s^2

ตัวอย่างที่ 1.1 จงหาน้ำหนักของวัตถุ 5.60 kg

วิธีทำ จากสูตร $W = mg$

$$\text{เมื่อ } m = 5.60 \text{ kg}$$

$$g = 9.81 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

$$W = 5.60 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 54.936 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 54.936 \text{ N}$$

นั่นคือ วัตถุมวล 5.60 kg มีน้ำหนัก 54.936 N

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.2 เหล็กมีน้ำหนัก 8.25 N จงคำนวณหามวลของเหล็ก

วิธีทำ จากสูตร $w = mg$

$$m = \frac{w}{g} = \frac{8.25 \text{ N}}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0.841 \frac{\text{N}}{\text{m/s}^2} = 0.841 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m/s}^2} \cdot \text{s}^2$$

$$m = 0.841 \text{ kg}$$

ดังนั้น น้ำหนักเหล็ก 8.25 N เท่ากับ มวลของเหล็ก 0.841 kg

ตอบ

หมายเหตุ $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{N}}{\text{s}^2}$

1.4 คุณสมบัติของของไหล

การศึกษาวิชากลศาสตร์ของไหลจำเป็นต้องมีความเข้าใจคุณสมบัติพื้นฐานของของไหลซึ่งได้แก่ ความหนาแน่น น้ำหนักจำเพาะ ปริมาตรจำเพาะ และความถ่วงจำเพาะ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.4.1 ความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่น หมายถึง ปริมาณมวลสารของสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความหนาแน่นคือ ρ (rho)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

.....(1.3)

$$\text{เมื่อ } \rho = \text{ความหนาแน่น, } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = \text{มวลของของไหล } \text{m}^3$$

$$v = \text{ปริมาตร } \text{m}^3$$

หมายเหตุ ความหนาแน่นของน้ำ ρ (ที่ 4°C) = $1,000 \text{ kg/m}^3$

1.4.2 น้ำหนักจำเพาะ (Specific weight)

น้ำหนักจำเพาะ หมายถึง น้ำหนักของสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร สัญลักษณ์ที่ใช้แทนน้ำหนักจำเพาะคือ γ (gramma)

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

.....(1.4)

$$\begin{aligned}\text{เมื่อ } \gamma &= \text{น้ำหนักจำเพาะ, } \frac{N}{m^3} \\ W &= \text{น้ำหนักของของไหล, } N \\ V &= \text{ปริมาตรของของไหล, } m^3\end{aligned}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับน้ำหนักจำเพาะ

$$\begin{aligned}\text{จาก } \rho &= \frac{W}{V} \quad \text{และ} \quad W = mg \\ \gamma &= \frac{W}{V} \quad \text{แทนค่า} \quad W = mg \quad \text{จะได้} \\ \gamma &= \frac{W}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g\end{aligned}$$

$$\gamma = \rho g$$

.....(1.5)

หรือสูตรน้ำหนักจำเพาะ (γ)

$$\gamma = \frac{W}{V} = \rho g = \frac{mg}{V}$$

.....(1.6)

หมายเหตุ น้ำหนักจำเพาะของน้ำ γ (ที่ 4 °C) = 9810 N/m³ = 9.81 kN/m³

1.4.3 ปริมาตรจำเพาะ(Specific volume)

ปริมาตรจำเพาะ หมายถึง ปริมาตรต่อหน่วยมวลสาร หรือปริมาตรจำเพาะคือ ส่วนกลับของความหนาแน่นนั่นเอง

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนปริมาตรจำเพาะ คือ V_s สูตร

$$V_s = \frac{1}{\rho} = \frac{v}{m}$$

.....(1.7)

$$\begin{aligned}\text{เมื่อ } V_s &\text{ คือ ปริมาตรจำเพาะ } \left(\frac{m^3}{kg}\right) \\ \rho &\text{ คือ ความหนาแน่น } (kg/m^3) \\ m &\text{ คือ มวลของของไหล } (kg) \\ V &\text{ คือ ปริมาตรของของไหล } (m^3)\end{aligned}$$

1.4.4 ความถ่วงจำเพาะ(Specific Gravity)

ความถ่วงจำเพาะหมายถึง อัตราส่วนของน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของน้ำที่ปริมาตรเท่ากัน หรืออัตราส่วนของน้ำหนักจำเพาะ (หรือความหนาแน่น) ของสารต่อน้ำหนักจำเพาะ (หรือความหนาแน่น) ของน้ำที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน และถ่วงจำเพาะเป็นเลขที่ไม่มีมิติ สัญลักษณ์ของความถ่วงจำเพาะ คือ S

จากนิยาม

$$S = \frac{W}{W_{\text{น้ำ}}} = \frac{m}{m_{\text{น้ำ}}} \quad \text{เมื่อมีปริมาตรเท่ากัน}$$

เนื่องจาก $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\gamma}{g}$

ดังนั้น

$$S = \frac{\rho_{\text{สาร}}}{\rho_{\text{น้ำ}}} = \frac{\gamma_{\text{สาร}}}{\gamma_{\text{น้ำ}}} \quad \dots\dots\dots(1.8)$$

หมายเหตุ ความถ่วงจำเพาะของน้ำ (ที่ 4 °C) = 1

เมื่อ

S = ความถ่วงจำเพาะ

γ = น้ำหนักจำเพาะของสาร, $\frac{N}{m^3}$

γ_w = น้ำหนักจำเพาะของน้ำ, $\frac{N}{m^3}$

ตัวอย่างที่ 1.3 น้ำมัน 1.2 m³ มีมวล 900 kg จงหา ก. ความหนาแน่น ข. น้ำหนักจำเพาะ
ค. ปริมาตรจำเพาะ ง. ความถ่วงจำเพาะ

วิธีทำ

ก. $\rho = \frac{m}{V} = \frac{900}{1.2} = 750 \frac{kg}{m^3}$ **ตอบ**

ข. $\gamma = \rho g = 750 \times 9.81 = 7357.5 \frac{N}{m^3}$ **ตอบ**

ค. $v = \frac{V}{m} = \frac{1.2}{900} = 0.00133 \frac{m^3}{kg}$ **ตอบ**

ง. $s = \frac{\gamma}{\gamma_w} = \frac{7357.5}{9810} = 0.75$ **ตอบ**

ตัวอย่าง 1.4 ก๊าซ CO₂ อุณหภูมิ 30 °C ความดันสมบูรณ์ 660 kPa น้ำหนักโมเลกุล $M = 44$ จงหา
 ก.ความหนาแน่น ข.น้ำหนักจำเพาะ ค.ปริมาตรจำเพาะ

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{ก. } \rho &= \frac{P}{RT} \quad \text{แต่ } R = \frac{R_0}{M} = \frac{8314.3}{44} = 188.9 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}} \\ &= \frac{660 \times 10^3}{188.9(30 + 273.15)} \\ &= 11.53 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

ตอบ

$$\text{ข. } \gamma = \rho g = 11.53 \times 9.81 = 113.11 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

ตอบ

$$\text{ค. } v = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{11.53} = 0.0867 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

ตอบ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู

ขั้นนำ

1. กล่าวทักทายนักศึกษาแล้วนำสัญลักษณ์ต่าง ๆ มาให้นักศึกษาดูแล้วถามความหมายของสัญลักษณ์นั้น

ขั้นสอน

1. เจาะจุดประสงค์รายวิชา หัวข้อที่จะต้องเรียน การวัดการประเมินผล ข้อตกลงต่าง ๆ แก่นักศึกษา
2. บรรยายเนื้อหาประกอบแผ่นใสในหน่วยที่ 1
3. สาธิตหลักการคำนวณประกอบแผ่นใสตัวอย่างที่ 1.1 1.2 และ 1.3
4. ให้ทำแบบฝึกหัดและเปิดโอกาสให้นักศึกษาถาม

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนสรุปเนื้อหาให้นักศึกษาฟัง และถามนักศึกษาในเรื่องที่เรียน

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม

1. ให้นักศึกษาไปศึกษาเนื้อหาตัวอย่างที่ 1.1 1.2 และ 1.3 เพื่อทำแบบทดสอบที่ 1-5

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 1
2. เอกสารหน่วยที่ 1 ตัวอย่างที่ 1.1 1.2 และ 1.3

การวัดผลและประเมินผล

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

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. วัตถุชนิดหนึ่ง ต้องออกแรงกระทำขนาด 100 N เพื่อให้เกิดอัตราเร่ง 0.20 m/s^2 จงหามวลของวัตถุในหน่วยกิโลกรัมและสลัก
2. จงหาน้ำหนักของวัตถุมวล 3 N เมื่ออยู่บนดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง ซึ่งมีอัตราเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง 10.00 m/s^2
3. จงหาน้ำหนักของวัตถุมวล 5 สลัก เมื่ออยู่ ณ ตำแหน่งที่มีอัตราเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง 31.7 ft/s^2
4. ของเหลวถูกกดอัดในถังทรงกระบอก มีปริมาตร $1,000\text{ m}^3$ ที่ความดัน 1 MN/m^2 และปริมาตร 995 m^3 ที่ความดัน 2 MN/m^2 จงหาบัลก์โมดูลัสความยืดหยุ่น (K)
5. จงหาบัลก์โมดูลัสความยืดหยุ่น (K) ถ้าเพิ่มความดัน 150 lbf/in^2 ให้ของเหลวปริมาตร 10 ft^3 ทำให้ปริมาตรของเหลวลดลง 0.02 ft^3

เฉลยแบบฝึกหัด

1. วัตถุชนิดหนึ่ง ต้องออกแรงกระทำขนาด 100 N เพื่อให้เกิดอัตราเร่ง 0.20 m/s^2 จงหามวลของวัตถุในหน่วยกิโลกรัมและสลัก

วิธีทำ จากสูตร $F = ma$

$$100 = (m) (0.20)$$
$$m = 500 \text{ kg}$$
$$= 500/14.59$$
$$= 34.3 \text{ สลัก}$$

ตอบ

2. จงหาน้ำหนักของวัตถุมวล 3 kg เมื่ออยู่บนดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง ซึ่งมีอัตราเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง 10.00 m/s^2

วิธีทำ จากสูตร $W = mg$

$$= (3) (10.00)$$
$$= 30.00 \text{ N}$$

ตอบ

3. จงหาน้ำหนักของวัตถุมวล 5 สลัก เมื่ออยู่ ณ ตำแหน่งที่มีอัตราเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง 31.7 ft/s^2

วิธีทำ จากสูตร $W = mg$

$$= 158 \text{ lbf}$$

ตอบ

4. ของเหลวถูกกดอัดในถังทรงกระบอก มีปริมาตร $1,000 \text{ cm}^3$ ที่ความดัน 1 MN/m^2 และปริมาตร 995 cm^3 ที่ความดัน 2 MN/m^2 จงหาบัลค์โมดูลัสความยืดหยุ่น (K)

วิธีทำ จากสูตร $K = \frac{\Delta P}{\Delta V/V}$

$$= - \frac{2-1}{(995-1,000)/1,000}$$
$$= 200 \text{ Mpa}$$

ตอบ

5. จงหาบัลค์โมดูลัสความยืดหยุ่น (K) ถ้าเพิ่มความดัน 150 lbf/in^2 ให้ของเหลวปริมาตร 10 ft^3 ทำให้ปริมาตรของเหลวลดลง 0.02 ft^3

วิธีทำ จากสูตร $K = - \frac{\Delta P}{\Delta V/V}$

$$= - \frac{(150-0)(144)}{-0.02/10}$$
$$= 10,800,000 \text{ lbf/ft}^3 \text{ หรือ } 75,000 \text{ lbf/in}^2$$

ตอบ

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการสอนของครู.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....