

ของแข็งและของไหล

ของแข็งและของไหล

- A. ความดัน
- B. ความสามารถในการลอย
- C. ความตึงผิว
- D. ความหนืด
- E. พลศาสตร์การไหล

ของแข็งและของไหล

A. ความดัน

- ความดัน (Pressure: P)

$$P = \frac{F}{A}$$

แรงดัน
พ.น.รับแรง ($\perp$)
(หน่วย N/m^2 ; Pa)

— ความดันเกจ

— ความดันบรรยากาศ (P_a)

— ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure)

ของแข็งและของไหล

- ความดัน (Pressure: P)

ความดันเกจ

$$P = \rho gh$$

ความหนาแน่น

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

มวล
ปริมาตร = พื้นที่ฐาน x สูง

→ ความดันอันเนื่องมาจากน้ำหนักของของเหลวกดทับกับภาชนะ

→ ความดันที่อ่านได้จากเครื่องวัด

ความดันบรรยากาศ (P_a)

↳ ที่ระดับน้ำทะเล

$$P_a = 1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} = 10.3 \text{ mH}_2\text{O}$$

ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure)

$$P_{ab} = P_a + P_{\text{เกจ}} = P_a + \rho gh$$

ของแข็งและของไหล

B. ความสามารถในการลอย → แรงลอยตัว (B หรือ F_B)

หลักของอาร์คิมิดีส → ขนาดแรงลอยตัว = น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่

$$F_B = B = (mg) = \rho_{\text{เหลว}} V_{\text{จม}} g$$

มีทิศทางพยางค์วัตถุในทิศขึ้นเสมอ

ปริมาตรส่วนที่ถูกแทนที่หรือส่วนที่จม

ความหนาแน่นของของเหลวที่ถูกแทนที่

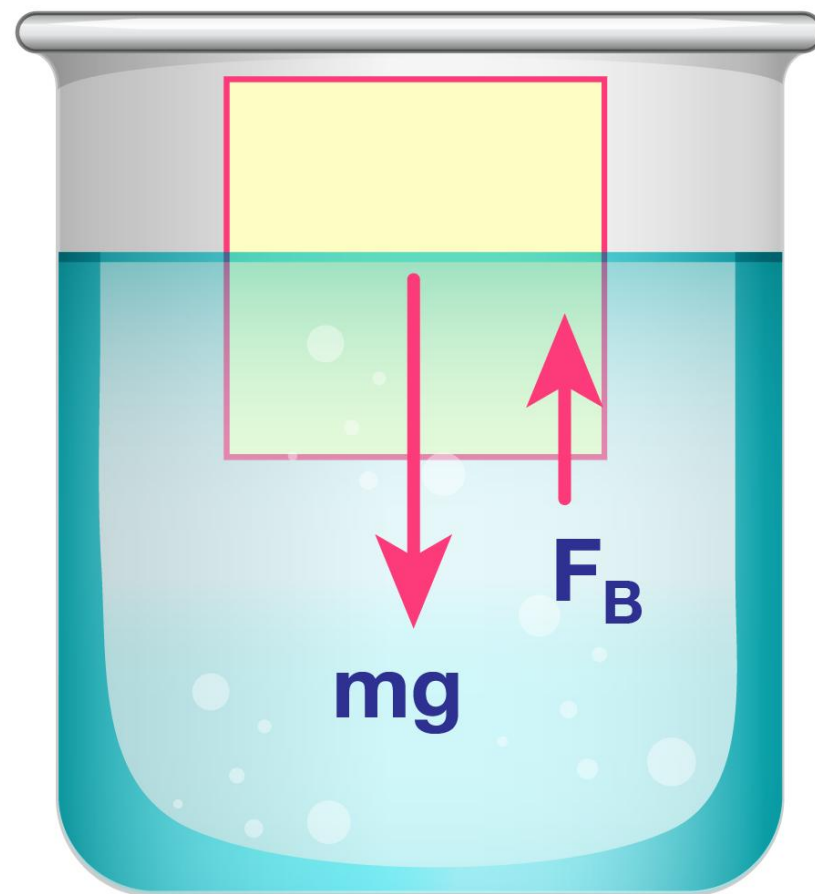
ของของเหลวที่ถูกแทนที่

ของแข็งและของไหล

B. ความสามารถในการลอย → แรงลอยตัว (B หรือ F_B)

แนวทางการทำโจทย์: มักใช้หลักการเรื่องสมดุล (เขียนแรงแล้วสร้างสมการ $\uparrow = \downarrow$)

เช่น



$$\uparrow = \downarrow ; F_B = mg$$

$$\rho_{\text{เหลว}} V_{\text{จม}} g = \rho_{\text{วัตถุ}} V_{\text{วัตถุ}} g$$

ของแข็งและของไหล

C. ความตึงผิว → แรงแตึงผิว

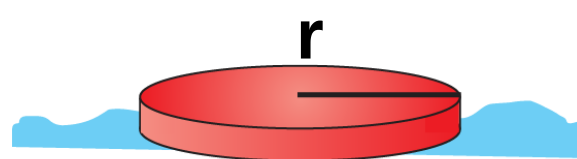
$$\gamma = \frac{F}{\lambda} \begin{array}{l} \rightarrow \text{แรงแตึงผิว} \\ \rightarrow \text{ความยาวผิววัตถุที่สัมผัสผิวของของเหลว} \end{array}$$

$$\text{หรือ } F = \gamma \lambda$$

ความตึงผิวเป็นคุณสมบัติเฉพาะของของเหลวใดๆ มีทิศ ↗
↘ ขนานผิวของเหลว
ตั้งฉากกับผิววัตถุ

ระบวนการแทน λ λ เป็นความยาวของผิววัตถุที่สัมผัสผิวของของเหลวจริงๆ

ถ้าสัมผัสโดนของเหลว 2 ด้าน ก็ต้องคิดทั้ง 2 ด้าน เช่น



เหรียญ $\lambda = 2\pi r$



วงแหวน $\lambda = 2\pi r \times 2$
 $= 4\pi r$

ของแข็งและของไหล

D. ความหนืด → แรงหนืด

→ เป็นแรงต้านวัตถุที่เคลื่อนที่ในของเหลวที่มีความหนืด (viscosity)

→ มีทิศตรงข้ามการเคลื่อนที่

$$f = 6 \pi r \eta v$$

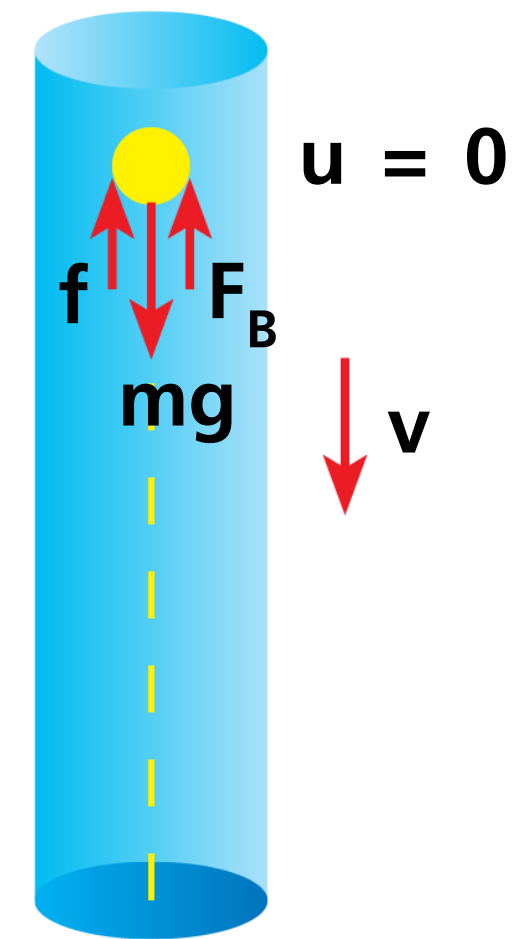
เฉพาะวัตถุ
ทรงกลม!!

ความเร็ววัตถุ

ตัวอักษร “Eta: เอต้า” แทนสัมประสิทธิ์ความหนืด

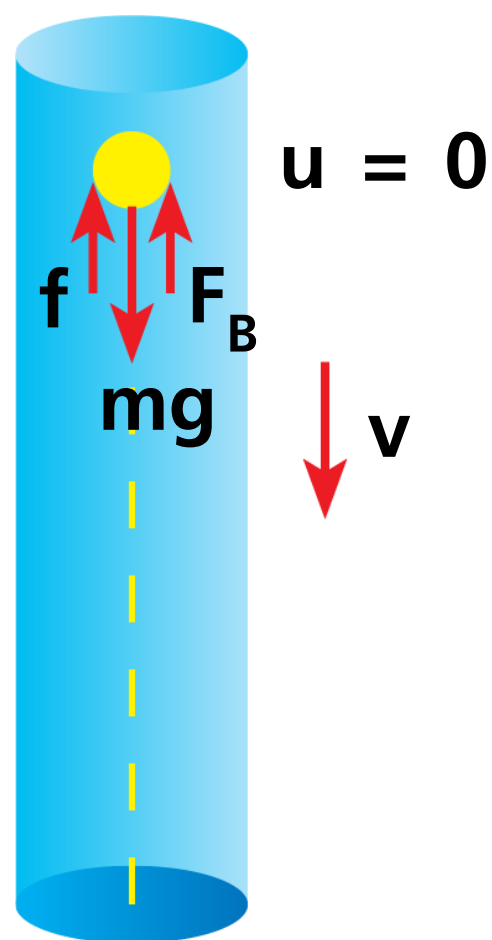
รัศมีทรงกลม

→ อุณหภูมิสูงขึ้น ความหนืดลดลง

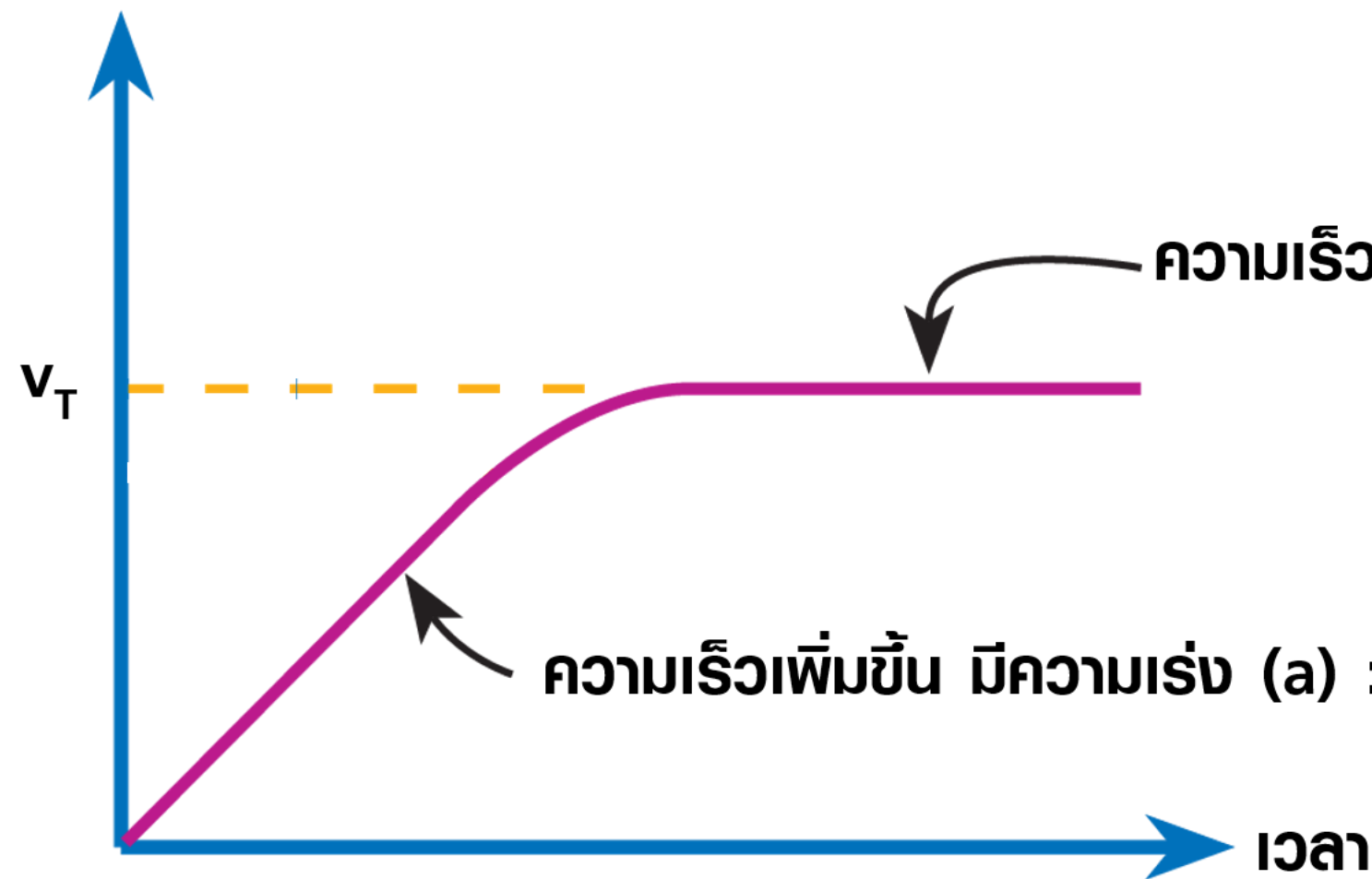


ของแข็งและของไหล

D. ความหนืด → แรงหนืด



ความเร็ว



ความเร็วคงที่ : ใช้สมดุลคำนวณ

ความเร็วเพิ่มขึ้น มีความเร่ง (a) : ใช้ $\Sigma F = ma$ คำนวณ

ของแข็งและของไหล

E. พลศาสตร์การไหล

- ของไหลอุดมคติ



สมบัติ

→ Steady flow

: มีการไหลผ่านอย่างสม่ำเสมอ, เมื่ออนุภาคของไหลผ่านถึงจุดเดียวกันจะมีอัตราเร็วเท่ากัน

→ Irrotational

: ของไหลจะไหลโดยไม่หมุน

→ Nonviscous

: ไม่มีแรงต้านเนื่องจากความหนืดภายในเนื้อของไหล

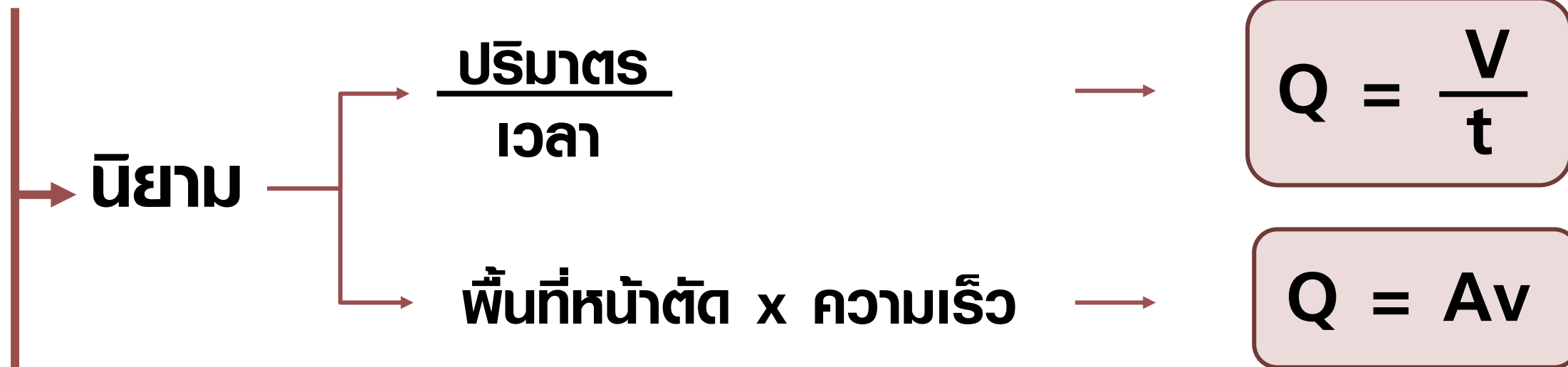
→ Incompressible

: ของไหลมีปริมาตรคงตัว นั่นคือความหนาแน่นคงที่ตลอด

ของแข็งและของไหล

E. พลศาสตร์การไหล

- อัตราการไหล (Q)

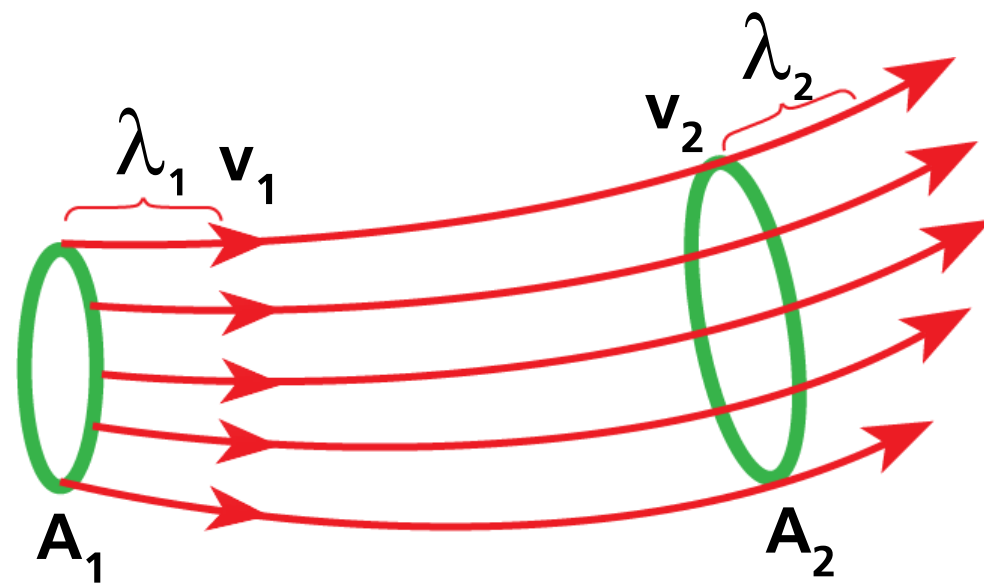


หลักการ “เมื่อของเหลว ไหลไปตามหลอดการไหล มวลของของเหลว ที่ไหลผ่านที่ตำแหน่งใดๆ ใน 1 วินาที จะมีค่าคงที่เสมอ”

ของแข็งและของไหล

E. พลศาสตร์การไหล

หลักการ “เมื่อของเหลว ไหลไปตามหลอดการไหล มวลของของเหลว
ที่ไหลผ่านที่ตำแหน่งใดๆ ใน 1 วินาที จะมีค่าคงที่เสมอ”



$$m_1 = m_2$$

$$\rho_1 v_1 = \rho_2 v_2$$

$$\rho_1 A_1 \lambda_1 = \rho_2 A_2 \lambda_1$$

$$\rho_1 A_1 v_1 t_1 = \rho_2 A_2 v_2 t_2$$

แต่ ρ, t เท่ากัน

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

หรือ $Q_1 = Q_2$

หรือ $Q_{in} = Q_{out}$

ปล. จากสมการนี้ทำให้เรารู้ว่า “ท่อเล็กไหลเร็ว/ท่อใหญ่ไหลช้า”

ของแข็งและของไหล

E. พลศาสตร์การไหล

- **แบร์นูลลี** → หลักการ “ณ ตำแหน่งใดๆ ในการไหล ผลรวมของความดัน พลังงานจลน์ต่อปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อปริมาตร จะมีค่าคงที่เสมอ”

สมการ

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

พลังงานจลน์
ต่อปริมาตร

พลังงานศักย์
ต่อปริมาตร

จากสมการนี้ทำให้เราทราบว่า “ความเร็วสูง ความดันต่ำ”

Exercise



ของแข็งและของไหล

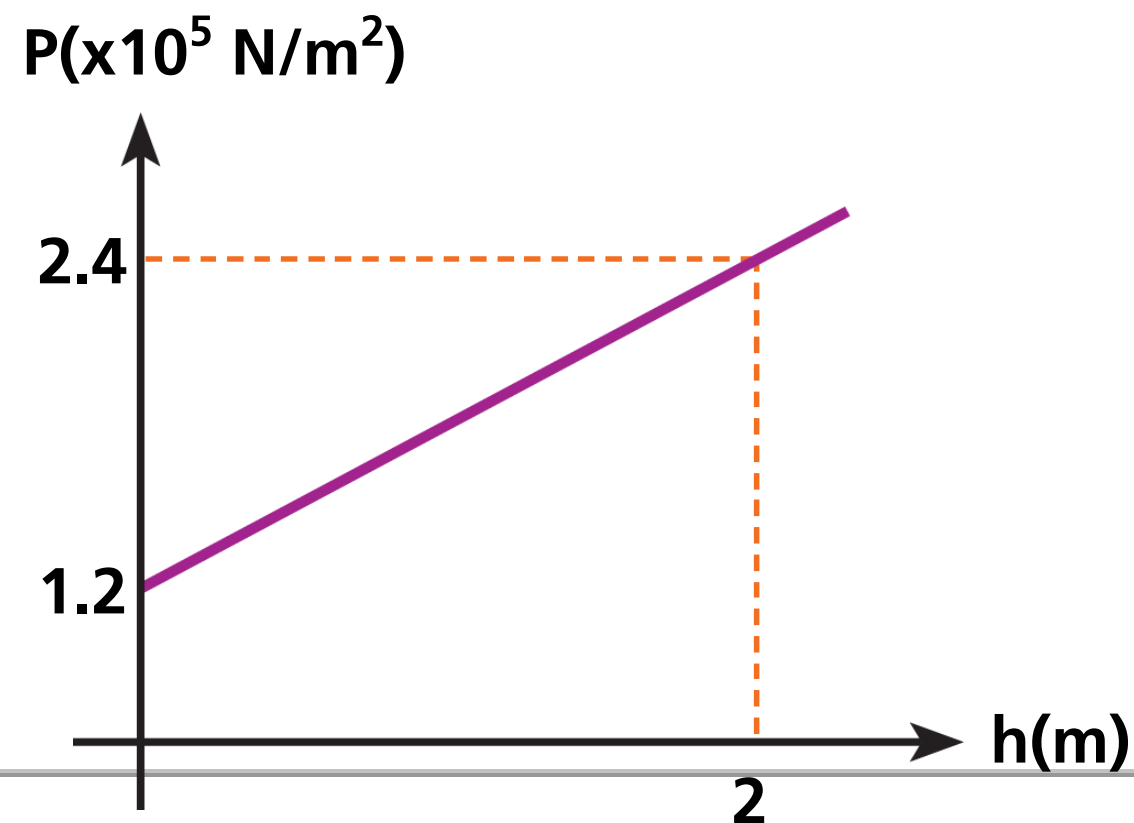
Exercise

1. ของเหลวชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น $1,000 \text{ kg/m}^3$ ถ้าจุด X มีความดันสัมบูรณ์เป็น 2 เท่าของความดันบรรยากาศ อยากทราบว่าจุด X อยู่ลึกจากผิวของเหลวเท่าใด ถ้าความดันบรรยากาศมีค่า 10^5 N/m^2

ของแข็งและของไหล

Exercise

2. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันสัมบูรณ์ (P) และความลึกจากผิวของเหลว (h) จงหาความดันบรรยากาศ และความหนาแน่นของของเหลว ตามลำดับ

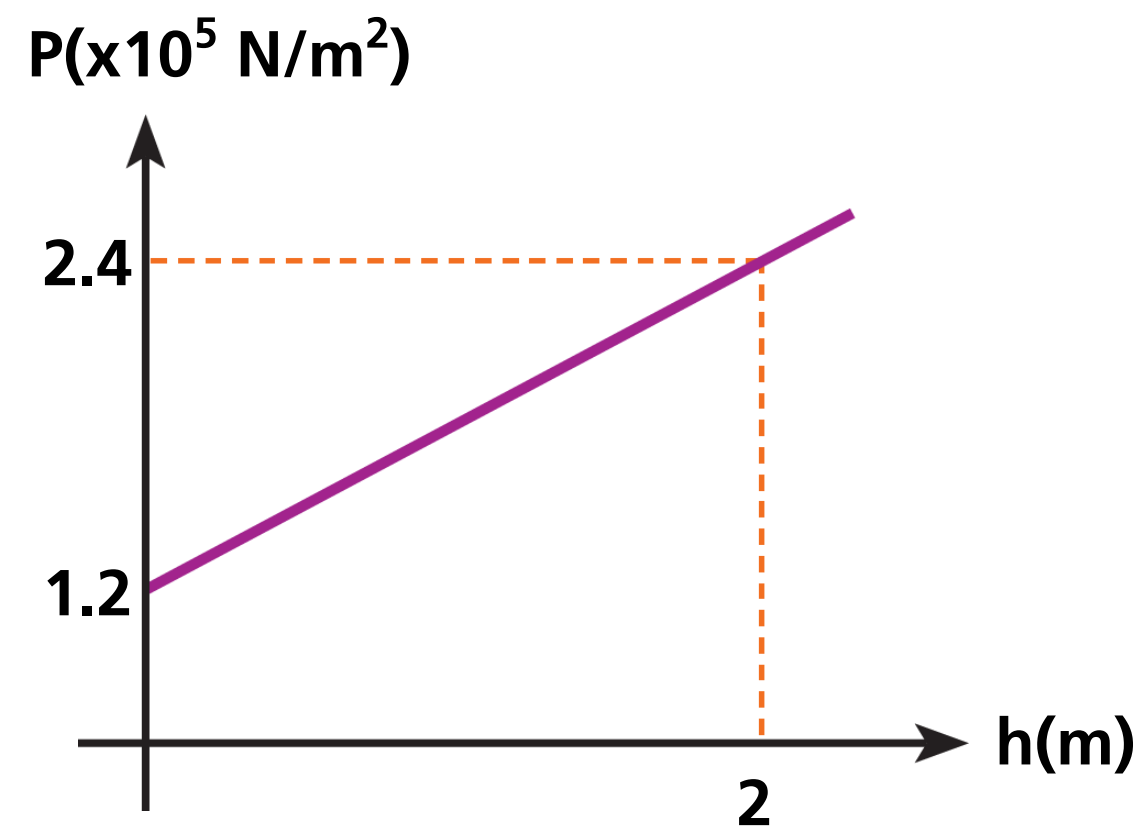


1. $1.2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ และ $3,000 \text{ kg/m}^3$
2. $1.2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ และ $6,000 \text{ kg/m}^3$
3. $2.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ และ $3,000 \text{ kg/m}^3$
4. $2.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ และ $6,000 \text{ kg/m}^3$

ของแข็งและของไหล

Exercise

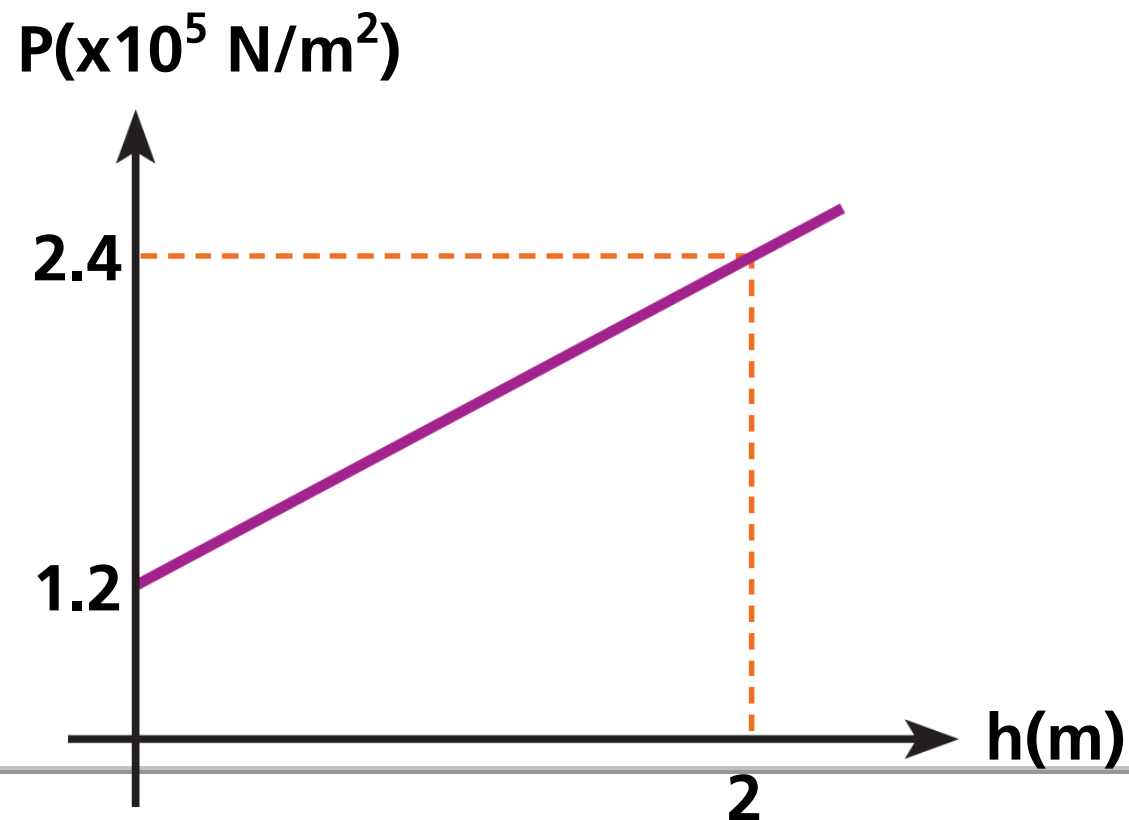
2. (ต่อ)



ของแข็งและของไหล

Exercise

2. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันสัมบูรณ์ (P) และความลึกจากผิวของเหลว (h) จงหาความดันบรรยากาศ และความหนาแน่นของของเหลว ตามลำดับ

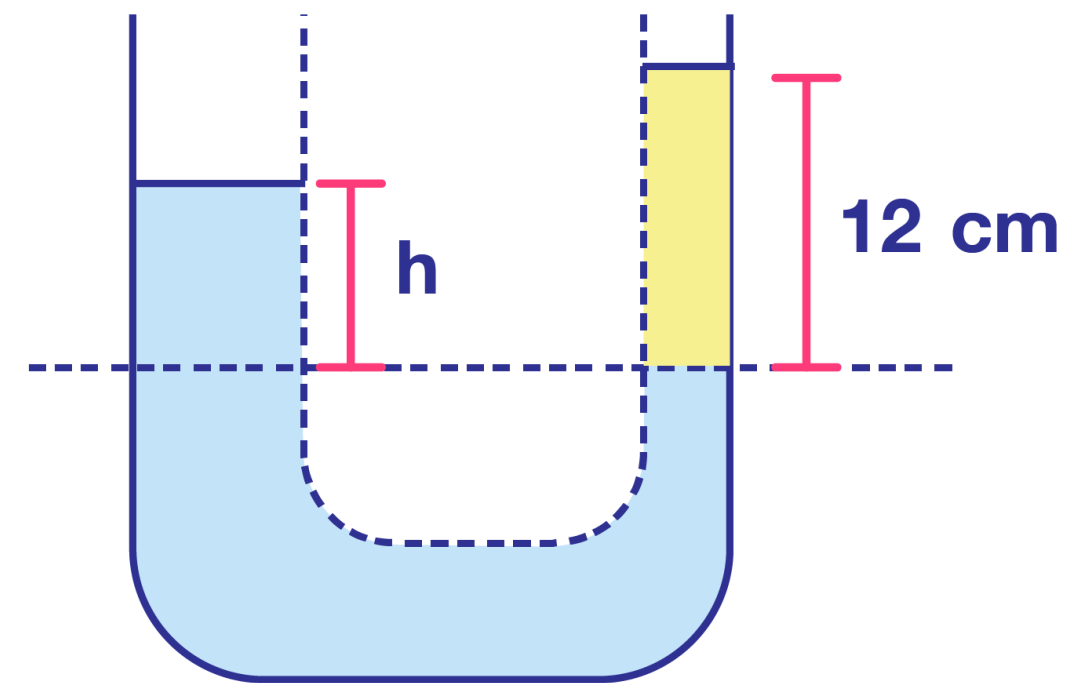


1. $1.2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ และ $3,000 \text{ kg/m}^3$
2. $1.2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ และ $6,000 \text{ kg/m}^3$
3. $2.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ และ $3,000 \text{ kg/m}^3$
4. $2.4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ และ $6,000 \text{ kg/m}^3$

ของแข็งและของไหล

Exercise

3. หลอดแก้วรูปตัวยู ดังรูป ด้านซ้ายมีพื้นที่หน้าตัด 4 เท่าของด้านขวา ตอนเริ่มต้นบรรจุน้ำความหนาแน่น $1,000 \text{ kg/m}^3$ ต่อมาเติมน้ำมันซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 0.8 ลงในหลอดด้านขวา โดยลมน้ำมันสูง 12 cm จงหาว่าระดับน้ำในหลอดด้านซ้ายสูงกว่าระดับน้ำในหลอดด้านขวาเท่าใด



1. 2.4 cm

2. 7.6 cm

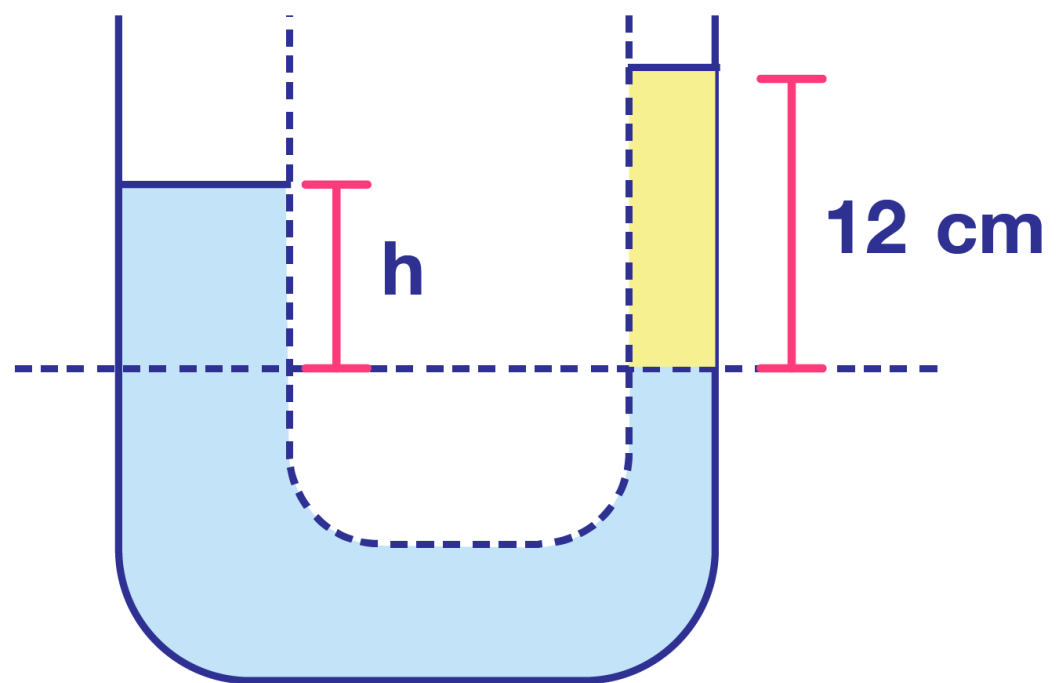
3. 9.6 cm

4. 15 cm

ของแข็งและของไหล

Exercise

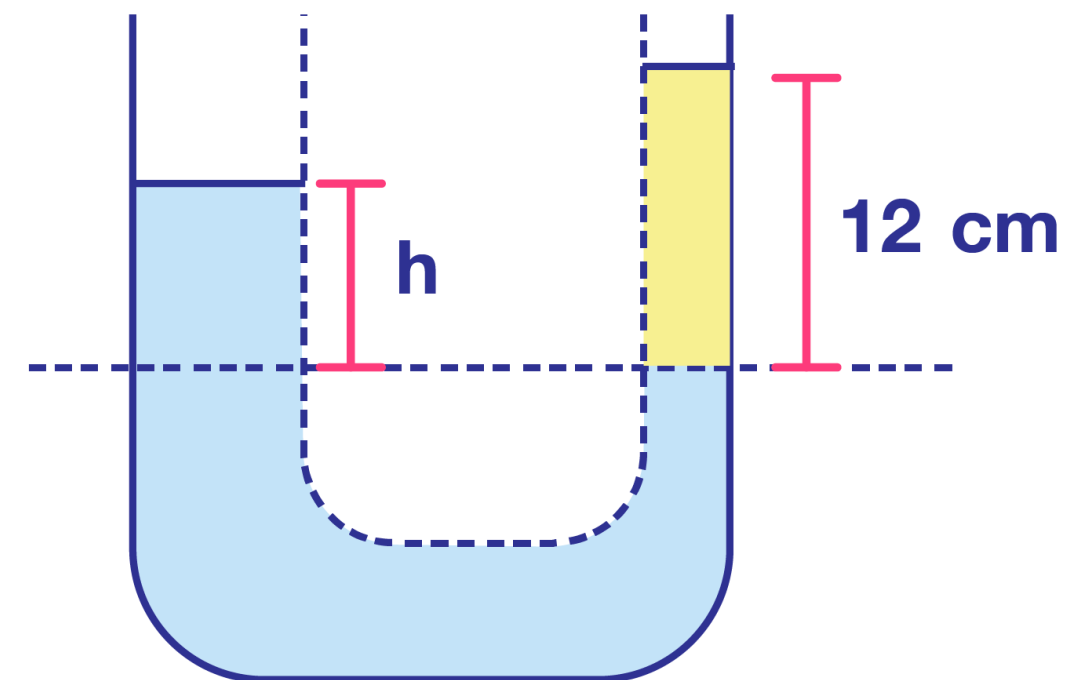
3. (ต่อ)



ของแข็งและของไหล

Exercise

3. หลอดแก้วรูปตัวยู ดังรูป ด้านซ้ายมีพื้นที่หน้าตัด 4 เท่าของด้านขวา ตอนเริ่มต้นบรรจุน้ำความหนาแน่น $1,000 \text{ kg/m}^3$ ต่อมาเติมน้ำมันซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 0.8 ลงในหลอดด้านขวา โดยลมน้ำมันสูง 12 cm จงหาว่าระดับน้ำในหลอดด้านซ้ายสูงกว่าระดับน้ำในหลอดด้านขวาเท่าใด



1. 2.4 cm

2. 7.6 cm

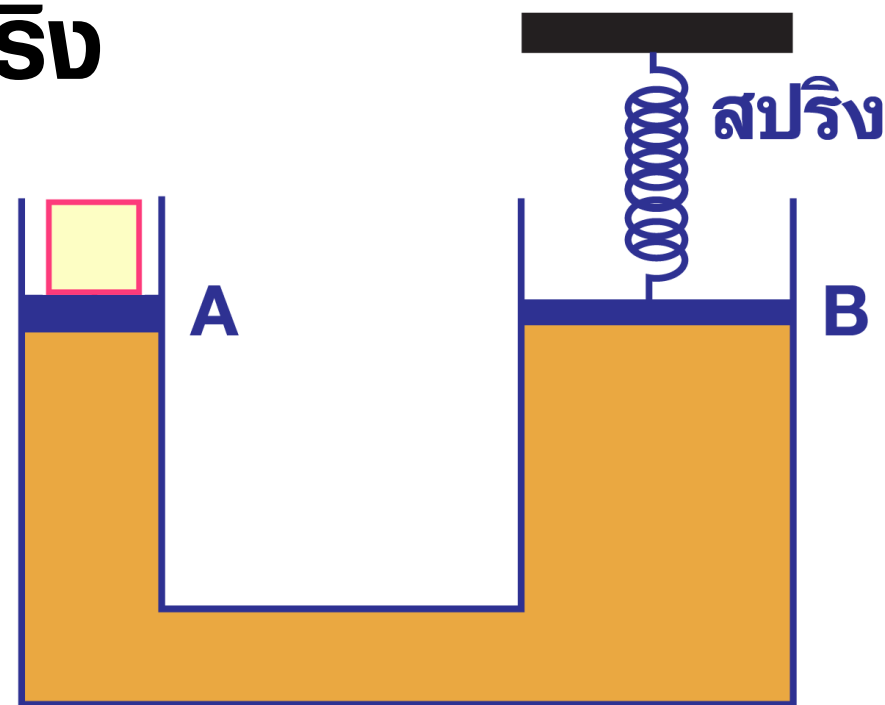
3. 9.6 cm

4. 15 cm

ของแข็งและของไหล

Exercise

4. ในการทดลองหาค่า k ของสปริง โดยอาศัยเครื่องอัดไฮดรอลิกที่มีพื้นที่ลูกสูบด้าน A 10 cm^2 และพื้นที่ลูกสูบด้าน B มีค่า 20 cm^2 ถ้านำวัตถุมวล 10 kg วางบนลูกสูบ A จะทำให้สปริงหดเป็นระยะ 0.01 m จงหาค่า k ของสปริง

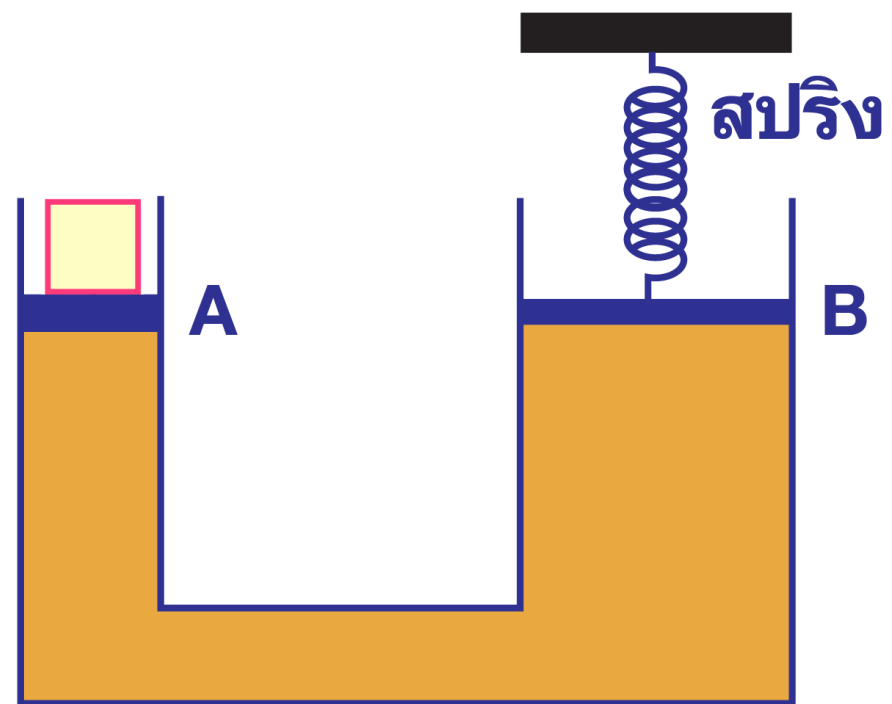


- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. 2 kN/m | 2. 5 kN/m |
| 3. 20 kN/m | 4. 50 kN/m |

ของแข็งและของไหล

Exercise

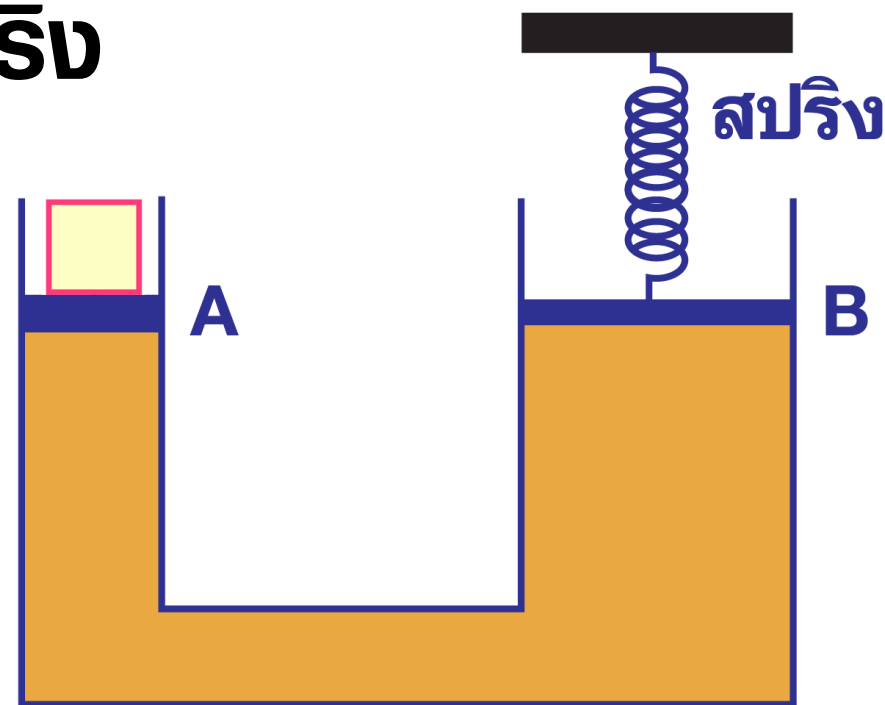
4. (ต่อ)



ของแข็งและของไหล

Exercise

4. ในการทดลองหาค่า k ของสปริง โดยอาศัยเครื่องอัดไฮดรอลิกที่มีพื้นที่ลูกสูบด้าน A 10 cm^2 และพื้นที่ลูกสูบด้าน B มีค่า 20 cm^2 ถ้านำวัตถุมวล 10 kg วางบนลูกสูบ A จะทำให้สปริงหดเป็นระยะ 0.01 m จงหาค่า k ของสปริง

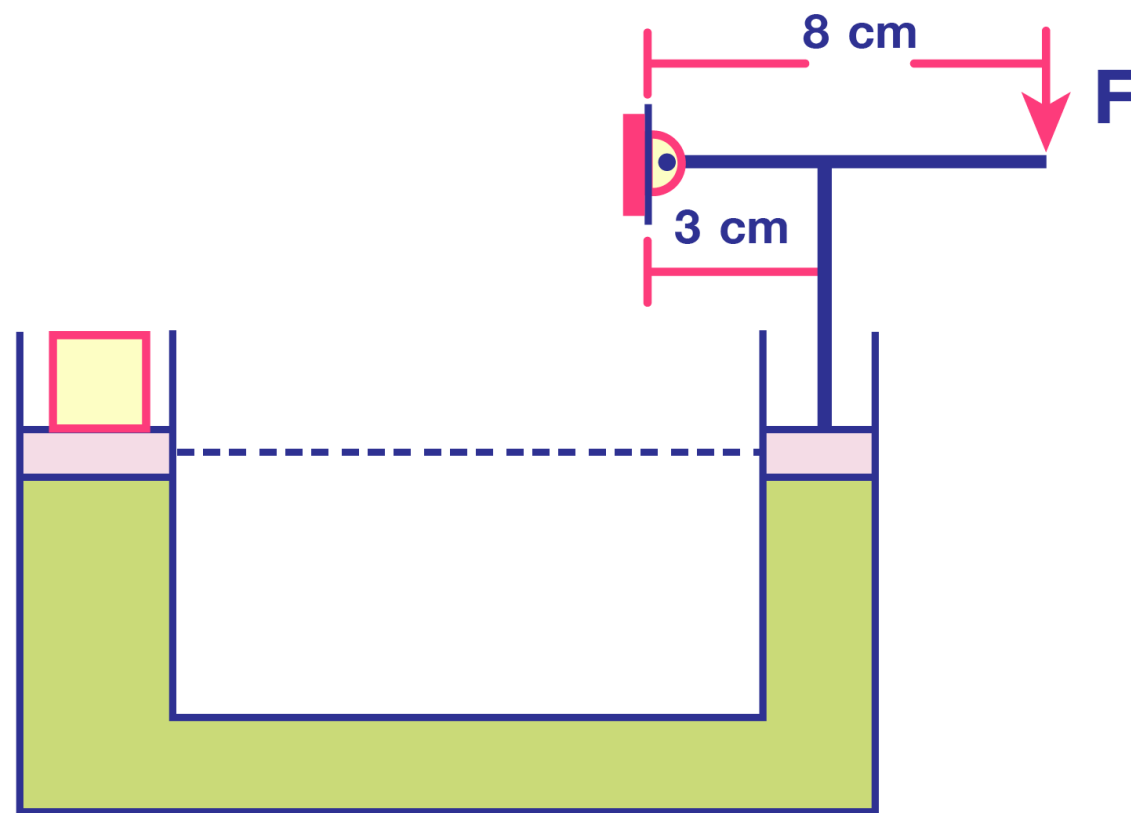


- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. 2 kN/m | 2. 5 kN/m |
| 3. 20 kN/m | 4. 50 kN/m |

ของแข็งและของไหล

Exercise

5. เครื่องอัดไฮดรอลิกลูกสูบเล็กและใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 และ 40 cm ตามลำดับ ถ้าต้องการยกของหนัก 5,000 N ต้องออกแรงกดที่ปลายคันโยกเท่าไร

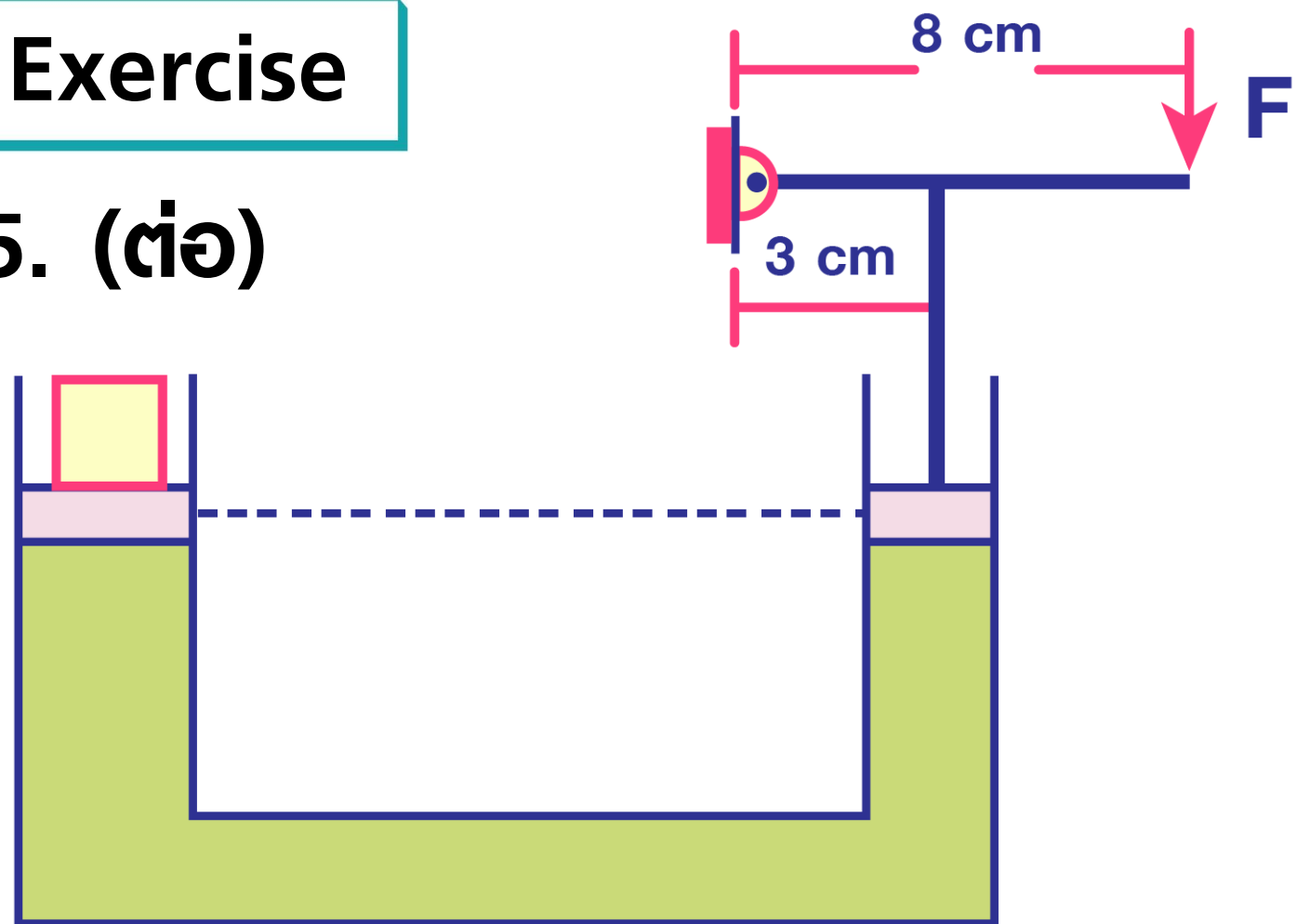


1. 50 N
2. 75 N
3. 100 N
4. 125 N

ของแข็งและของไหล

Exercise

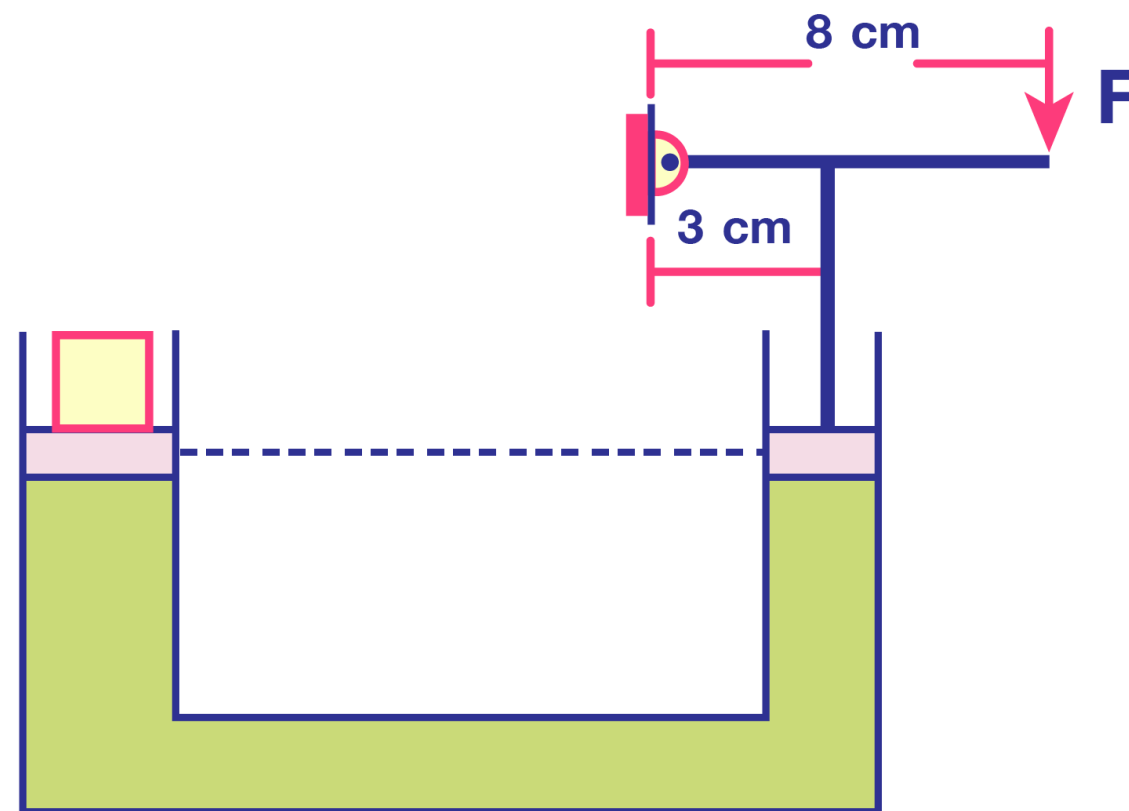
5. (ต่อ)



ของแข็งและของไหล

Exercise

5. เครื่องอัดไฮดรอลิกลูกสูบเล็กและใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 และ 40 cm ตามลำดับ ถ้าต้องการยกของหนัก 5,000 N ต้องออกแรงกดที่ปลายคันโยกเท่าไร



1. 50 N
2. 75 N
3. 100 N
4. 125 N

ของแข็งและของไหล

Exercise

6. วัตถุทรงกระบอกชิ้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A แต่ไม่ทราบความสูงเมื่อนำไปลอยให้ตั้งในแนวตั้งในของเหลวชนิดหนึ่ง พบว่ามีส่วนที่โผล่พ้นของเหลวขึ้นมา h ถ้าความหนาแน่นของวัตถุเป็น ρ_0 และความหนาแน่นของเหลวเป็น ρ_λ มวลของวัตถุนี้เท่าใด

1. $\rho_0 hA$

2. $\rho_\lambda hA$

3.
$$\frac{hA}{\left(\frac{1}{\rho_\lambda} - \frac{1}{\rho_0}\right)}$$

4.
$$\frac{hA}{\left(\frac{1}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_\lambda}\right)}$$

ของแข็งและของไหล

Exercise

6. (ต่อ)

ของแข็งและของไหล

Exercise

6. วัตถุทรงกระบอกชิ้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A แต่ไม่ทราบความสูงเมื่อนำไปลอยให้ตั้งในแนวตั้งในของเหลวชนิดหนึ่ง พบว่ามีส่วนที่โผล่พ้นของเหลวขึ้นมา h ถ้าความหนาแน่นของวัตถุเป็น ρ_0 และความหนาแน่นของเหลวเป็น ρ_λ มวลของวัตถุนี้เท่าใด

1. $\rho_0 hA$

2. $\rho_\lambda hA$

3.
$$\frac{hA}{\left(\frac{1}{\rho_\lambda} - \frac{1}{\rho_0}\right)}$$

4.
$$\frac{hA}{\left(\frac{1}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_\lambda}\right)}$$

ของแข็งและของไหล

Exercise

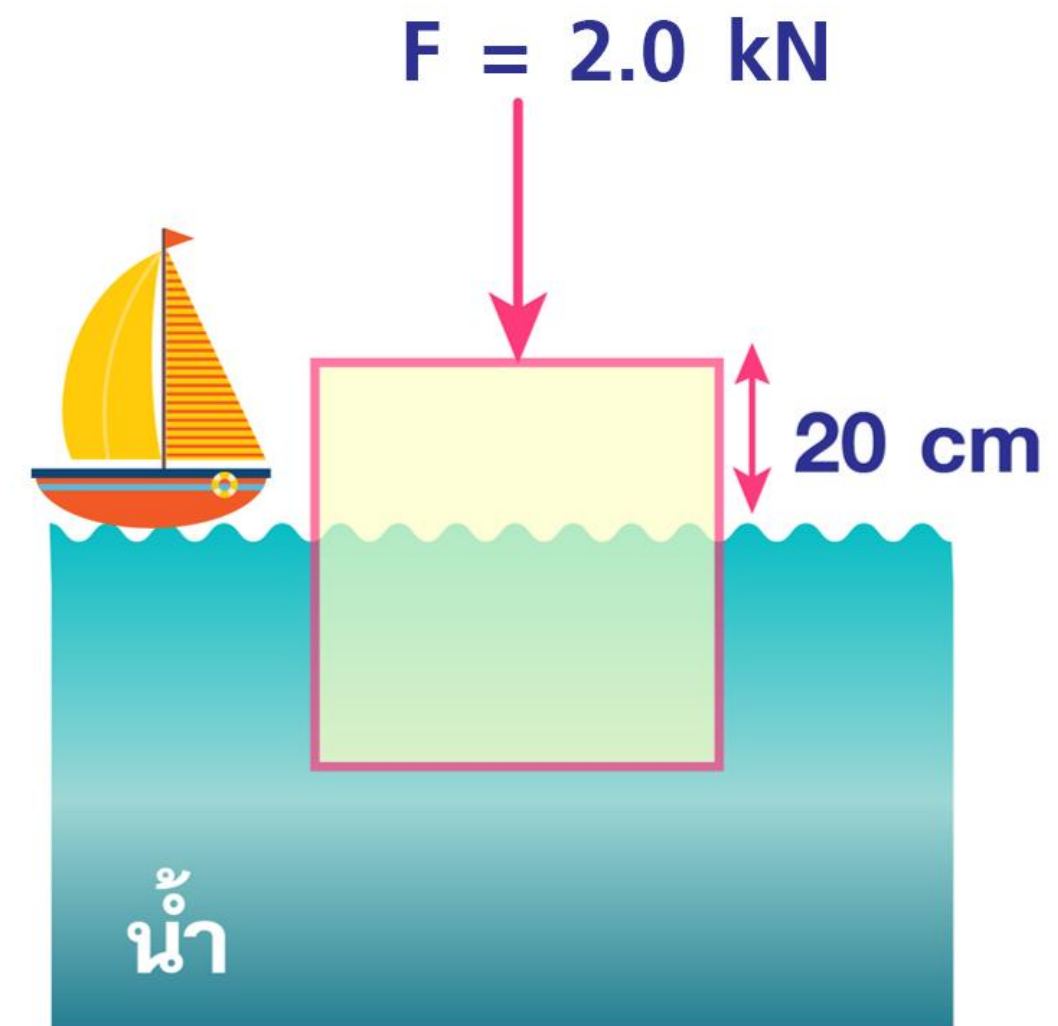
7. ไม้รูปลูกบาศก์ปริมาตร 1 m^3 นำไปลอยในน้ำ
เมื่อออกแรงกด 2.0 kN ปรากฏว่าพืชน
ของไม้อยู่สูงจากระดับน้ำ 20 cm จงหา
ความถ่วงจำเพาะของท่อนไม้

1. 0.8

2. 0.7

3. 0.6

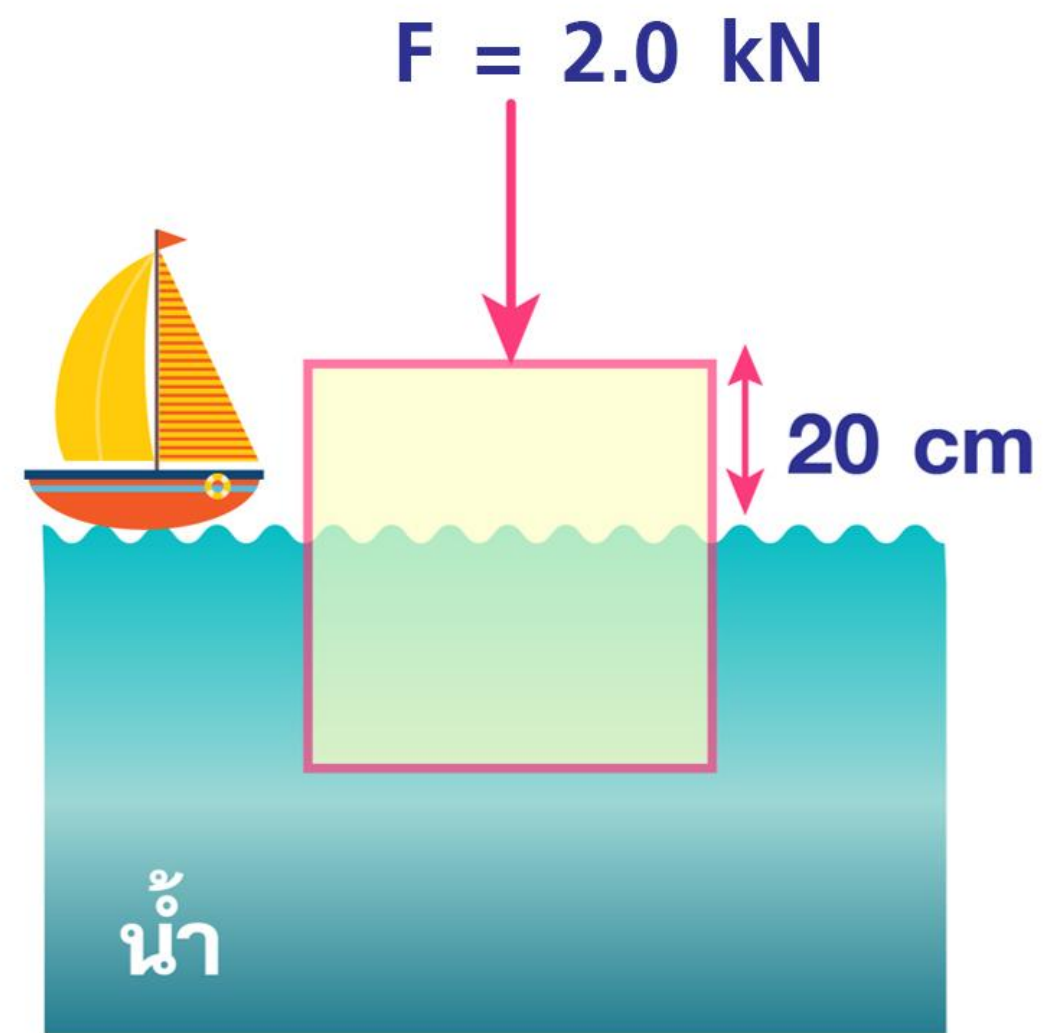
4. 0.5



ของแข็งและของไหล

Exercise

7. (ต่อ)



ของแข็งและของไหล

Exercise

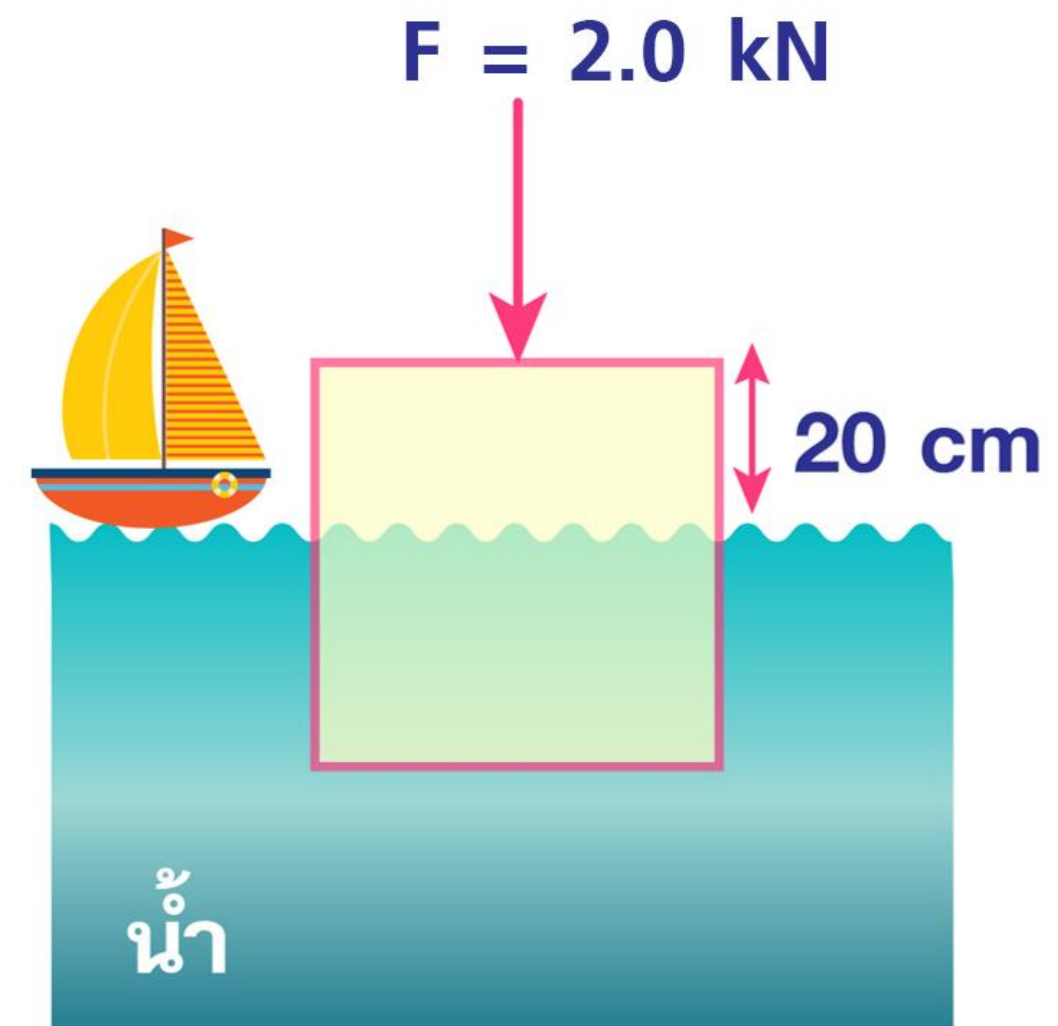
7. ไม้รูปลูกบาศก์ปริมาตร 1 m^3 นำไปลอยในน้ำ
เมื่อออกแรงกด 2.0 kN ปรากฏว่าพืชน
ของไม้อยู่สูงจากระดับน้ำ 20 cm จงหา
ความถ่วงจำเพาะของท่อนไม้

1. 0.8

2. 0.7

3. 0.6

4. 0.5



ของแข็งและของไหล

Exercise

8. แผ่นโลหะบางวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm นำไปลอยบนพื้นน้ำ
ถ้าการที่แผ่นโลหะนี้สามารถลอยน้ำอยู่ได้เป็นผลมาจากแรงตึงผิวเพียง
อย่างเดียว จงหาว่าโลหะแผ่นนี้มีมวลมากที่สุดเท่าไร
กำหนดค่าความตึงผิวของน้ำมีค่า 0.072 N/m
- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 1.58 g | 2. 2.26 g |
| 3. 3.16 g | 4. 4.52 g |

ของแข็งและของไหล

Exercise

9. เมื่อทิ้งลูกกลมเหล็กทรงกลมลงในน้ำที่บรรจุอยู่ในภาชนะที่สูงมาก และระดับน้ำในภาชนะก็สูงด้วย ในขณะที่ลูกกลมเคลื่อนที่อยู่ในน้ำ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. แรงหนืดจะมีค่าลดลงจนมีค่าเท่ากับศูนย์
- ข. แรงหนืดจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนมีค่ามากที่สุดแล้วคงตัวต่อไป
- ค. ความเร็วของลูกกลมเหล็กลดลงจนมีค่าเท่ากับศูนย์
- ง. ความเร่งของลูกกลมเหล็กลดลงจนมีค่าเท่ากับศูนย์

ข้อความที่ถูกต้องคือ

1. ข้อ ก, ข และ ค

3. ข้อ ก และ ค

2. ข้อ ก และ ง

4. ข้อ ข และ ง

ของแข็งและของไหล

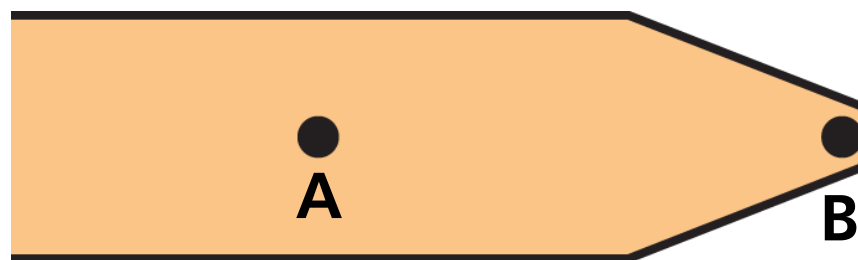
Exercise

10. น้ำไหลลงในแนวตั้งจากก๊อกน้ำซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 cm โดยมีความเร็วต้น 40 cm/s น้ำจะต้องวิ่งลงมาเป็นระยะทางกี่เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของลำน้ำจึงจะลดลงเหลือ 1.0 cm (ความหนาแน่นของน้ำคงที่)

ของแข็งและของไหล

Exercise

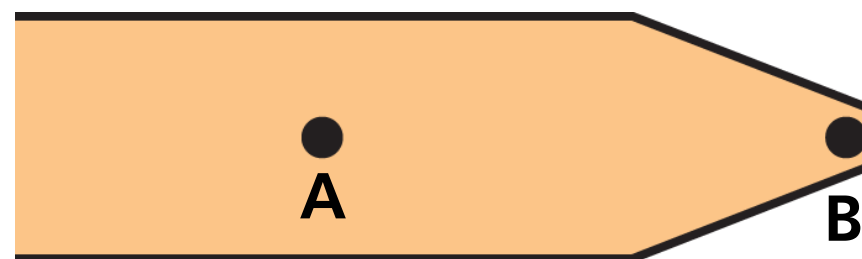
11. ถ้าต้องการให้น้ำพุ่งออกจากปลายท่อน้ำดับเพลิงด้วยความเร็ว 20 m/s จงหาความดันที่จุด A กำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ A และ B เท่ากับ 8 cm และ 4 cm ตามลำดับกำหนด : ความดันบรรยากาศมีค่า 10^5 N/m^2



ของแข็งและของไหล

Exercise

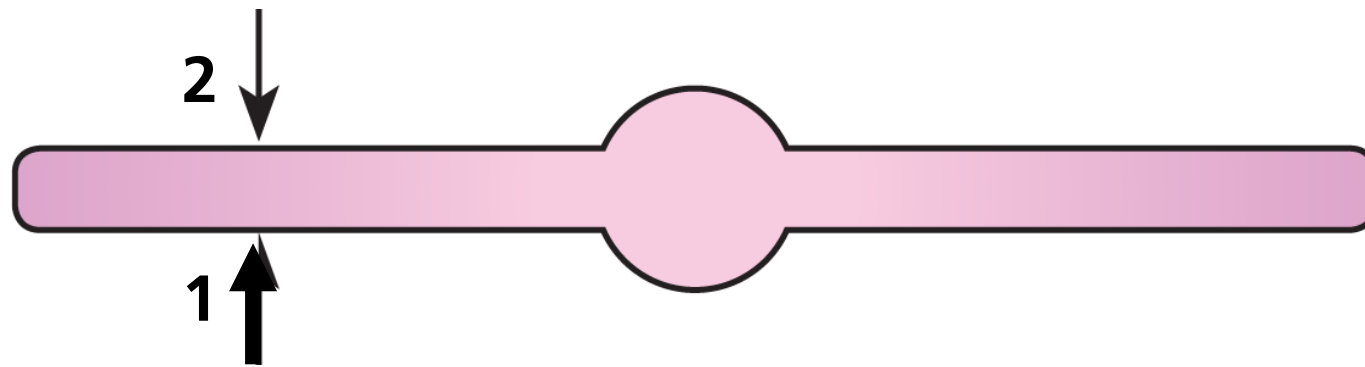
11. (ต่อ)



ของแข็งและของไหล

Exercise

12. เครื่องบินลำหนึ่งต้องมีความดันยก 900 N/m^2 จึงสามารถบินขึ้นได้
ถ้าความเร็วของอากาศที่พัดผ่านส่วนล่างของปีกเท่ากับ 100 m/s
ให้หาความเร็วของอากาศที่พัดผ่านส่วนบนของปีก กำหนดให้ความหนาแน่นของอากาศขณะนั้นเป็น 1.2 kg/m^3



ของแข็งและของไหล

Exercise

12. (ต่อ)

