

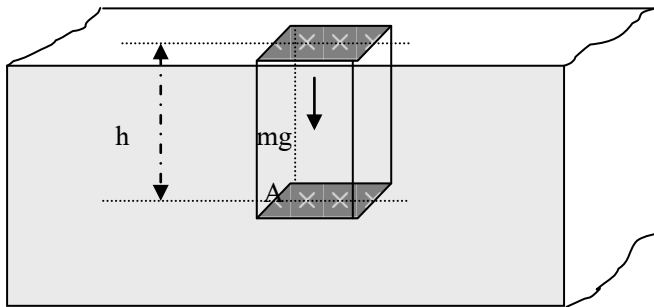
6.2 ความดันในของเหลว

ความดัน (Pressure ; P) หมายถึงแรง(F)ที่กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่(A)หนึ่งหน่วย

$$P = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots 6.11$$

ในระบบ SI ความดันมีหน่วย เป็น นิวตัน/ตารางเมตร หรือเรียกว่าปาสกาล (Pascal ; Pa)

ความดันที่เกิดขึ้นในของเหลวเกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักของของเหลวที่กดลงบน จุดนั้นโดยจะเขียนรูปประกอบการพิจารณาหาความดันในของเหลวได้ดังรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.5 รูปประกอบการพิจารณาหาความดันในของเหลว

จากรูปเมื่อพิจารณาบนพื้นที่ A ซึ่งอยู่ลึกจากผิวของเหลวลงไปเท่ากับ h จะมีน้ำหนักของของเหลว(w=mg)ที่อยู่เหนือพื้นที่ A (รูปทรงสี่เหลี่ยม) กดทับลงบนพื้นที่ A จากสมการ 6.11 เมื่อแทนค่าแรงดัน $F = mg$ ก็จะได้

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

แต่เนื่องจากความหนาแน่น (ρ) เท่ากับอัตราส่วนของมวล (m) ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (V)

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{หรือ} \quad m = \rho V$$

ฉะนั้น
$$P = \frac{\rho Vg}{A} \quad \dots\dots\dots 6.12$$

จากรูปปริมาตร
$$V = A.h \quad \dots\dots\dots 6.13$$

แทนปริมาตรตามสมการ 6.13 ลงในสมการ 6.12 จะได้

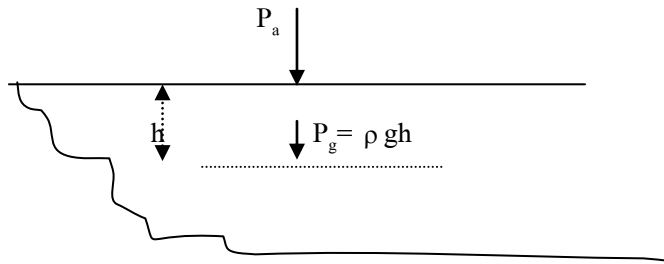
$$P = \rho gh \quad \dots\dots\dots 6.14$$

เมื่อ ρ หมายถึงความหนาแน่นของของเหลว หน่วย กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

g หมายถึงความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

h หมายถึงความลึกที่วัดจากผิวของเหลวลงไป หน่วย เมตร

ความดันของของเหลวตามสมการ 6.14 เป็นความดันที่เกิดจากแรงกดเนื่องจากน้ำหนักของของเหลวเองบางที่จะเรียกว่าความดันเกจ (gauge pressure ; P_g) แต่เมื่อพิจารณาความดันที่เกิดขึ้นจริงๆ เมื่อมีวัตถุจมอยู่ในของเหลวจะพบว่าความดันที่กระทำต่อวัตถุก้อนนั้นจะประกอบด้วยความดันเกจและความดันที่เกิดจากแรงดันอากาศ (P_a) ที่กดลงบนผิวของของเหลว ดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 ความดันที่กระทำต่อวัตถุเมื่อจมอยู่ในของเหลว

จากรูปที่ 6.6 แสดงให้เห็นว่าขณะวัตถุจมอยู่ในของเหลวจะมีแรงดันที่เกิดจากความดันเกจซึ่งจะมีทุกทิศทางในแนวตั้งฉากกันพื้นผิววัตถุ และจะมีความดันที่เกิดจากแรงดันอากาศที่กดอยู่บนผิวของของเหลว ซึ่งจะเรียกความดันที่เกิดจากผลรวมของความดันทั้งสองนี้ว่าความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure ; P')

$$P' = P_g + P_a \quad \dots\dots\dots 6.15$$

หรือ
$$P' = \rho gh + P_a \quad \dots\dots\dots 6.16$$

ตัวอย่างที่ 6.3 จงหาความดันสัมบูรณ์ ณ ตำแหน่งที่อยู่ลึกจากผิวน้ำ 5 เมตร โดยน้ำมีความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และที่ผิวน้ำมีความกดอากาศ เท่ากับ 1×10^5 ปาสกาล

วิธีทำ จาก
$$P' = \rho gh + P_a$$

แทนค่า
$$P' = (1 \times 10^3 \times 10 \times 5) + (1 \times 10^5)$$

$$P' = (5 \times 10^4) + (1 \times 10^5)$$

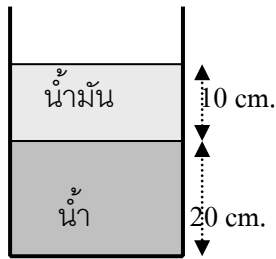
$$P' = 1.5 \times 10^5$$

∴ ลึกจากผิวน้ำ 5 เมตร จะมีความดันสัมบูรณ์เท่ากับ 1.5×10^5 ปาสกาล ตอบ

ตัวอย่างที่ 6.4 น้ำความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และน้ำมันซึ่งมีความหนาแน่น 800 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร บรรจุอยู่ในภาชนะ น้ำมันจะแยกลอยอยู่บนผิวน้ำโดยชั้นน้ำมันมีความสูง 10 เซนติเมตร ชั้นของน้ำสูงจากก้นภาชนะ 20 เซนติเมตร ดังรูปที่ 6.7 จงหาความดันเกจที่ก้นภาชนะ

วิธีทำ จากรูป จะเห็นว่ามีความดันเนื่องจากของเหลวสองชนิดกดลงที่ก้นภาชนะ ดังนั้น

ความดันเกจที่ก้นภาชนะ



$$P_g = (\rho gh)_{\text{น้ำมัน}} + (\rho gh)_{\text{น้ำ}}$$

$$P_g = (800 \times 10 \times 0.1) + (1,000 \times 10 \times 0.2)$$

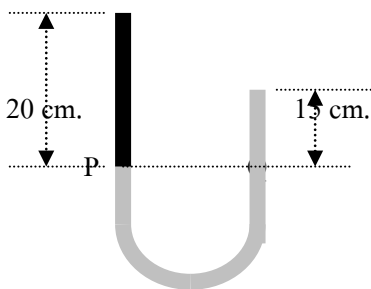
$$P_g = 800 + 2,000$$

$$P_g = 2,800$$

รูปที่ 6.7 รูปประกอบคำถามโจทย์

∴ ความดันเกจที่ก้นภาชนะเท่ากับ 2,800 ปาสกาล ตอบ

ตัวอย่างที่ 6.5 บรรจุน้ำและน้ำมันลงในหลอดแก้วรูปตัวยู น้ำและน้ำมันแยกออกจากกันอยู่คนละ



ด้านของหลอดแก้ว ดังรูปที่ 6.8 โดยระดับบนสุดของทั้งสองต่างกัน 15 เซนติเมตร และความสูงของน้ำมันในหลอดแก้วเท่ากับ 20 เซนติเมตร ถ้าน้ำมีความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร น้ำมันจะมีความหนาแน่นเท่าไร

รูปที่ 6.8 น้ำและน้ำมันบรรจุในหลอดแก้วรูปตัวยู

วิธีทำ จากรูปตามแนวเส้นระดับ PQ จะมีความดันเท่ากัน (ของเหลวชนิดเดียวกันตำแหน่งที่สูงจากก้นภาชนะเท่ากันจะมีความดันเท่ากัน) ดังนั้นความดันของน้ำมันที่กดลงที่จุด P จะเท่ากับความดันของน้ำส่วนที่อยู่เหนือจุด Q กดลงบนจุด Q

$$P_{\text{น้ำมัน}} = P_{\text{น้ำ}}$$

$$(\rho gh)_{\text{น้ำมัน}} = (\rho gh)_{\text{น้ำ}}$$

แทนค่า

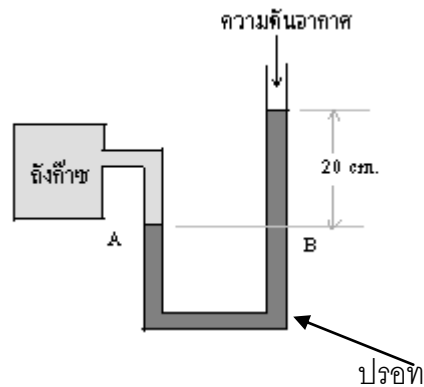
$$\rho_{\text{น้ำมัน}} \times 10 \times 0.2 = 1,000 \times 10 \times 0.15$$

$$\rho_{\text{น้ำมัน}} = 750$$

∴ น้ำมันมีความหนาแน่นเท่ากับ 750 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ตอบ

ตัวอย่างที่ 6.6 บรรจุน้ำมันที่มีความหนาแน่น 13,600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ลงในหลอดแก้วรูปตัวยูที่ปลายด้านหนึ่งของหลอดแก้วต่ออยู่กับภาชนะรูปทรงกลมซึ่งมีก๊าซบรรจุอยู่ ปลายอีกด้านเปิดสู่บรรยากาศภายนอกที่มีความดันบรรยากาศ 1×10^5 ปาสกาล โดยระดับบนสุดของปรอทที่ปลายทั้งสองสูงต่างกัน 20 เซนติเมตร ดังรูปที่ 6.9 จงหาความดันของก๊าซในถัง



รูปที่ 6.9 รูปประกอบคำตามโจทย์ตัวอย่าง 8.4

วิธีทำ ในแนวระดับจุด A กับจุด B จะมีความดันเท่ากัน โดยที่จุด A จะเกิดจากความดันก๊าซในถัง ส่วนที่จุด B เกิดจากความดันเกจของปรอทรวมกับความดันบรรยากาศ ดังนั้น

$$P_{\text{ก๊าซ}} = P_{\text{ปรอท}} + P_{\text{บรรยากาศ}}$$

$$P_{\text{ก๊าซ}} = (\rho gh)_{\text{ปรอท}} + P_{\text{บรรยากาศ}}$$

แทนค่าจะได้

$$P_{\text{ก๊าซ}} = (13,600 \times 10 \times 0.2) + 1 \times 10^5$$

$$P_{\text{ก๊าซ}} = 1.272 \times 10^5$$

∴ ก๊าซในถังจะมีความดัน 1.272×10^5 ปาสกาล

ตอบ