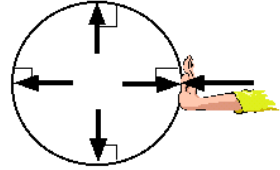




**ตอนที่ 2 ความดัน และ แรงดัน ในของเหลว**

สมบัติเบื้องต้นของแรงดัน และความดันของของเหลว

1. มีทิศได้ทุกทิศทาง
2. มีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสกับภาชนะ



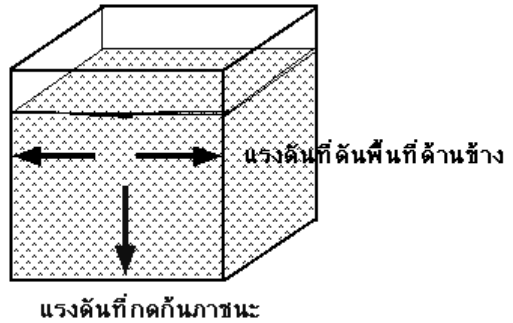
4. จงบอกสมบัติของแรงดันของของเหลว

1..... 2.....

**ตอบ**

ประเภทของความดัน และ แรงดัน

- 1) ความดัน , แรงดันที่กดกันภาชนะ
- 2) ความดัน , แรงดันที่ดันพื้นที่ด้านข้าง



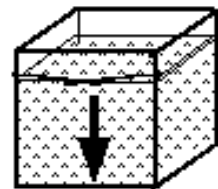
แรงดัน และ ความดันที่กดกันภาชนะ

แรงดันที่กดกันภาชนะ = น้ำหนักของของเหลวส่วนที่อยู่ใต้น้ำตั้งฉากกับพื้นที่นั้น

นั่นคือ  $F = m g$

ความดัน คือ อัตราส่วนของ แรงดันต่อพื้นที่ที่กั้นภาชนะนั้น

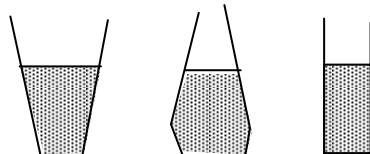
นั่นคือ  $P = \frac{F}{A}$



เมื่อ  $P =$  ความดัน ( $N/m^2$ )       $F =$  แรงดัน (N)       $A =$  พื้นที่ ( $m^2$ )

5. ภาชนะทั้งสามมีระดับน้ำสูงเท่ากันและพื้นที่ก้นเท่ากัน ดังรูป จงตอบคำถามต่อไปนี้

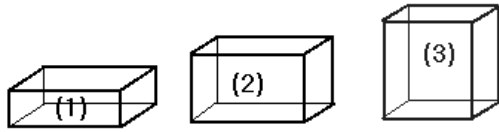
- ก. แรงที่น้ำกระทำต่อก้นภาชนะทั้งสาม เนื่องมาจากความดันของน้ำเท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)
- ข. น้ำในภาชนะทั้งสาม เมื่อนำไปชั่ง จะมีน้ำหนักเท่ากันหรือไม่ (ไม่เท่ากัน)
- ค. เหตุใดคำตอบในข้อ ก. และ ข. จึงไม่เท่ากัน



6. ก่อโยบหนึ่งบรรจุน้ำบริสุทธิ์จนเต็มแล้วปิด

สนิททุกด้าน เมื่อนำกล่องวางบนพื้นราบ

3 แบบ ดังแสดง จงตอบคำถามต่อไปนี้



ก) แรงดันที่น้ำกระทำต่อก้นกล่องแต่ละกรณีเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ข) ความดันน้ำที่กระทำต่อก้นกล่องเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

**ตอบ**

**การหาค่าความดันที่กดกันภาชนะ อาจใช้สมการ**

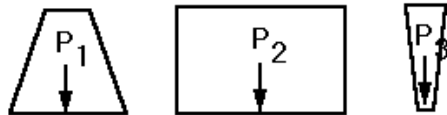
$$P = \rho g h$$

เมื่อ  $P =$  ความดัน ( $N/m^2$ )     $\rho =$  ความหนาแน่นของของเหลว ( $kg/m^3$ )

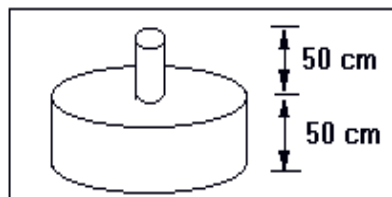
$g = 10 \text{ m/s}^2$      $h =$  ความลึกวัดจากผิวของเหลวถึงก้นภาชนะ (m)

**โปรดสังเกตว่า** สำหรับของเหลวชนิดหนึ่งๆ ความหนาแน่น ( $\rho$ ) จะคงที่และ  $g$  ก็คงที่ ดังนั้น ความดัน ( $P$ ) จึงแปรผันตรงกับความลึก ( $h$ ) อย่างเดียว ดังนั้นหากความลึกเท่ากันความดันย่อมเท่ากันอย่างแน่นอน

พิจารณาตัวอย่าง ภาชนะทั้ง 3 หากบรรจุของเหลวชนิดเดียวกันสูงเท่ากัน ความดันที่กดภาชนะทั้ง 3 โยบ จะเท่ากัน เพราะความดันจะขึ้นกับความลึก ( $h$ ) อย่างเดียวไม่เกี่ยวกับรูปร่างภาชนะ

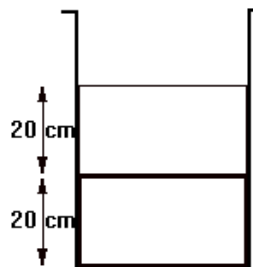


7. ภาชนะปิดรูปทรง กระบอกสูง 50 cm พื้นที่หน้าตัด  $0.8 \text{ m}^2$  ทางฝาบนเจาะเป็นรูวงกลมแล้วต่อเป็นปล่องสูง 50 cm ถ้าใส่น้ำจนเต็มขึ้นมาเสมอระดับปากท่อที่ต่อขึ้นมาใหม่จงหาความดัน และ แรงดันของน้ำที่ก้นภาชนะ **กำหนด** ความหนาแน่นของน้ำ  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ( $10^4 \text{ N/m}^2, 8 \times 10^3 \text{ N}$ )



**วิธีทำ**

8. น้ำมีความหนาแน่น  $10^3 \text{ kg/m}^3$  ใส่รวมกับน้ำมันซึ่งมีความหนาแน่น  $0.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ในภาชนะปิด ถ้าน้ำและน้ำมันลอยอยู่เป็นชั้น ชั้นละ 20 cm ในภาชนะปิด จงหาความดันที่ก้นภาชนะ  $(3.2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)$



วิธีทำ

9. จากข้อที่ผ่านมา ถ้าพื้นที่ที่ก้นภาชนะมีค่า 0.6 ตารางเมตร จงหาแรงดันที่ของเหลวกระทำต่อก้นภาชนะ  $(1.92 \times 10^3 \text{ N})$

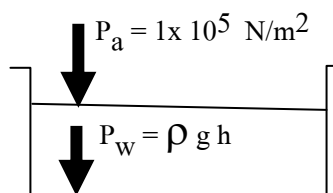
วิธีทำ

สำหรับของเหลวที่บรรจุอยู่ในภาชนะเปิดนั้น ความดันที่กระทำต่อพื้นที่ก้นภาชนะ จะมีอย่างน้อย 2 อย่าง ได้แก่

- 1) ความดันเกจ ( $P_w$ ) คือ ความดันที่เกิดจากน้ำหนักของของเหลว (หาจาก  $P = \rho g h$ )
- 2) ความดันบรรยากาศ ( $P_a$ ) คือ ความดันที่เกิดจากน้ำหนักของอากาศที่กดทับผิวของเหลวลงมา ซึ่งปกติแล้วความดันบรรยากาศจะมีค่าประมาณ  $1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  (Pascal)

ดังนั้น

$P_{\text{รวม}} = P_a + P_w$ $P_{\text{สัมบูรณ์}} = P_a + \rho g h$
---



10. น้ำทะเลมีความหนาแน่น  $1.03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  และความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลเป็น  $1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  จงหาความดันสมบูรณ์ที่ใต้ทะเลลึก 100 เมตร ( $11.3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ )

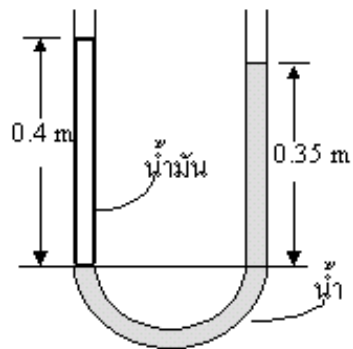
วิธีทำ

11. เรือดำน้ำลำหนึ่งอยู่ที่ระดับลึก 100 เมตร จงหาความดันเกจและความดันสมบูรณ์ที่ตัวเรือดำน้ำ ถ้าน้ำทะเลมีความหนาแน่น  $1.024 \times 10^3$  กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลเท่ากับ  $1.013 \times 10^5$  พาสคัล ( $1.024 \times 10^6 \text{ Pa}$ ,  $1.13 \times 10^6 \text{ Pa}$ )

วิธีทำ

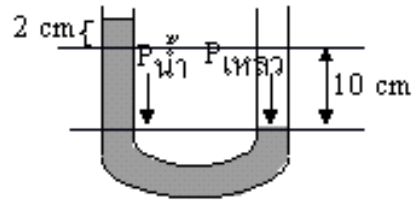
- 12(มข 41) น้ำและน้ำมัน ชนิดหนึ่งบรรจุในหลอดแก้วรูปตัวยู โดยน้ำอยู่ในหลอดแก้วทางขวาและน้ำมันอยู่ในภาวะสมดุลระดับน้ำและน้ำมันดังแสดงในรูป จงหาความหนาแน่นน้ำมันนี้เป็น กิโลกรัม/เมตร<sup>3</sup>

- |        |                |
|--------|----------------|
| 1. 925 | 2. 725         |
| 3. 875 | 4. 675 (ข้อ 3) |



วิธีทำ

13. เมื่อเทน้ำ และ ของเหลวชนิดหนึ่งที่ไม่รวมกับน้ำ ลงข้างหนึ่งของหลอดรูปตัว U ที่มีขาโตเท่ากัน ถ้าของเหลว เป็นลึสูง 10 cm และมีรอยต่อระหว่างน้ำกับของเหลวอยู่ข้างหลอดที่ใส่ของเหลว ปรากฏว่าระดับบนของน้ำอยู่สูงกว่าระดับของเหลว 2 cm จงคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลวที่ใส่

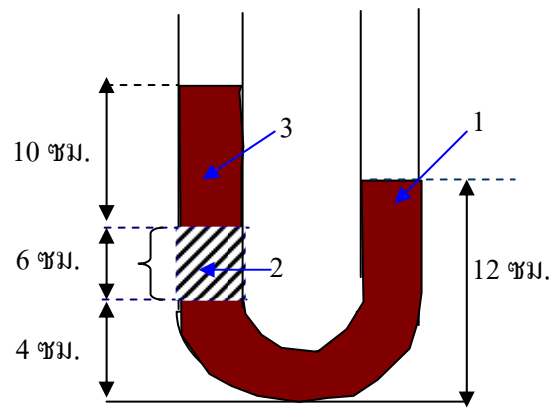


$(1.2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)$

**วิธีทำ**

14. ของเหลว 3 ชนิด อยู่ในสภาวะสมดุลในหลอดแก้วรูปตัวยูดังรูป ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่หนึ่ง และ ชนิดที่สองมีค่า  $4.0 \times 10^3$  และ  $3.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ตามลำดับ ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่สามมีค่ากี่  $\text{kg/m}^3$  (ข้อ 1)

- 1.  $1.4 \times 10^3$
- 2.  $1.6 \times 10^3$
- 3.  $2.4 \times 10^3$
- 4.  $2.8 \times 10^3$



**วิธีทำ**

15. หลอดรูปตัว U มีขาโตเท่ากันมีของเหลวบรรจุอยู่ ถ้าเทน้ำมันลงไปในขาหลอดข้างหนึ่งจนกระทั่งของเหลวในขาข้างนั้นลดลง 1 cm จงหาว่าเทน้ำมันลงไปสูงเท่าใด

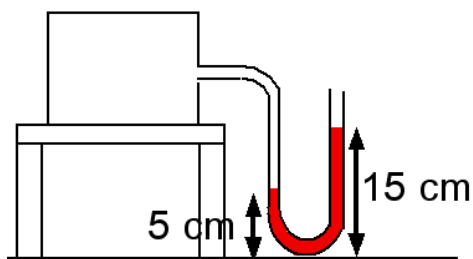
กำหนด ความหนาแน่นของเหลวเท่ากับ  $3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

และ ความหนาแน่นของน้ำมันเท่ากับ  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

( 6 cm )

วิธีทำ

16. ขาข้างหนึ่งของแมนอมิเตอร์ที่มีปรอทบรรจุอยู่ ถูกต่อเข้ากับถังสี่เหลี่ยมที่บรรจุแก๊สชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าระดับปรอทในขาทั้งสองข้างสูง 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร ดังรูป ถ้าความดันของอากาศขณะนั้นเท่ากับ  $10^5 \text{ Pa}$  แก๊สในถังมีความดันเท่าใด (  $1.13 \times 10^5 \text{ Pa}$  )



ให้ ความหนาแน่นปรอท =  $13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

วิธีทำ

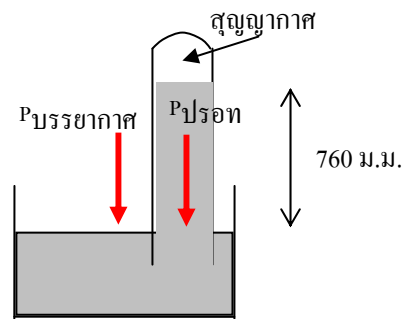
**แมนอมิเตอร์ (manometer)** เป็นเครื่องมือวัดความดันของของไหลชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยหลอดแก้วรูปตัวยูมีของเหลวบรรจุอยู่ภายใน ปลายข้างหนึ่งเปิด ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งจะต่อกับภาชนะบรรจุของไหลที่ต้องการวัดความดัน และการรู้ความแตกต่างของระดับของเหลวในหลอดแก้วรูปตัวยูทั้งสองข้างจะทำให้สามารถหาความดันของของไหลได้

### แบรอมิเตอร์ปรอท (mercury barometer)

เป็นเครื่องมือสำหรับวัดความดันบรรยากาศโดยตรง

ประกอบด้วยหลอดแก้วทรงกระบอกยาวประมาณ 80 เซนติเมตร ปลายข้างหนึ่งปิด ภายในบรรจุด้วยปรอทจนเต็มแล้วคว่ำลงในอ่างปรอทโดยไม่ให้อากาศเข้าไปในหลอด ระดับปรอทในหลอดจะลดต่ำลง

มา ปลายบนของหลอดจะเกิดเป็นสุญญากาศ และความดันของลำปรอทในหลอดจะมีค่าเท่ากับ ความดันบรรยากาศภายนอกพอดี



ที่ระดับน้ำทะเล ความดัน 1 บรรยากาศ จะเท่ากับความดันปรอทซึ่งสูง 760 มิลลิเมตร นั่นคือ 1 ความดันบรรยากาศ = ความดันปรอทสูง 760 มิลลิเมตร (0.76 เมตร)

$$= \rho g h$$

$$= (13.6 \times 10^3) (9.8) (0.76)$$

ดังนั้น ความดัน 1 บรรยากาศ (atm) =  $1.01 \times 10^5$  นิวตัน/ตารางเมตร (760 mm-ปรอท)

17. จงอธิบายการทำงานของหลอดนิตยาขณะดูดของเหลวเข้าไปในหลอด

ตอบ

18. เพราะเหตุใด จึงนิยมใช้ปรอทบรรจุในหลอดแก้วของแบรอมิเตอร์แทนที่จะใช้น้ำ

ตอบ



**แรงดัน และความดัน ที่ดันพื้นที่ด้านข้างภาชนะ**

$$P_{ข้าง} = \frac{P_{บนสุด} + P_{ล่างสุด}}{2} \quad \text{หรือ} \quad P_{ข้าง} = \rho g h_{cm}$$

เมื่อ  $P_{ข้าง}$  คือ ความดันที่ดันพื้นที่ด้านข้าง ( $N/m^2$ )

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของของเหลว ( $kg/m^3$ )

$g$  คือ  $10 m/s^2$

$h_{cm}$  คือ ความลึกวัดจากผิวของเหลวถึงจุดกึ่งกลางพื้นที่ด้านข้างนั้น (m)



$$F_{ข้าง} = P_{ข้าง} \cdot A_{ข้าง}$$

เมื่อ  $F_{ข้าง}$  คือ แรงที่ดันพื้นที่ด้านข้าง (N)

$P_{ข้าง}$  คือ ความดันที่ดันพื้นที่ด้านข้าง ( $N/m^2$ )

$A_{ข้าง}$  คือ พื้นที่ด้านข้างภาชนะ ( $m^2$ )

19. ถังปิดรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่มีความยาวด้านละ 2 เมตร เมื่อบรรจุน้ำเต็มจะมีความดันที่ก้นถังเป็นเท่าใด และความดันเฉลี่ยที่ด้านข้างของถังจะเป็นเท่าใด ( $2 \times 10^4 Pa, 1 \times 10^4 Pa$ )

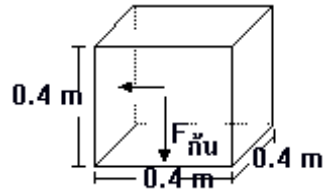
**วิธีทำ**

20. ถังสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ยาวด้านละ 40 เซนติเมตร

ฝาด้านบนปิดสนิทบรรจุน้ำเต็ม จงหา

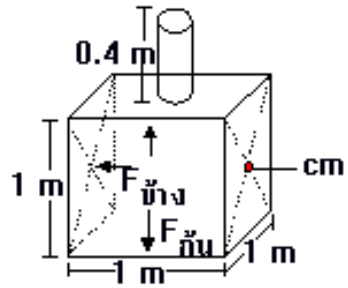
ก. แรงดันของน้ำที่กระทำต่อก้นถัง (640 N)

ข. แรงดันของน้ำที่กระทำต่อฝาด้านข้างซ้าย (320 N)



**วิธีทำ**

21. ก่อตั้งสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่มีความยาวด้านละ 1 เมตร ด้านบนมีฝาปิดสนิท ตรงกลางฝาบนเจาะรูโตขนาด 200 ตารางเซนติเมตร เสียบท่อแน่นพอดี และเติมน้ำลงไปตามท่อจนกระทั่งระดับน้ำเต็มท่อพอดีแล้ว ปิดฝาให้สนิท เมื่อท่อยาว 40 เซนติเมตร จงหา



- ก) แรงดันของน้ำที่ก้นกล่อง  $(1.4 \times 10^4 \text{ N})$
- ข) แรงดันของน้ำที่ฝาด้านข้างแต่ละด้าน  $(9 \times 10^3 \text{ N})$

วิธีทำ

กรณีที่เป็นภาชนะเปิดฝา จะต้องคิดความดันบรรยากาศเพิ่มเติม จึงได้ว่า

$$P_{ข้าง} = P_0 + \rho g h_{cm}$$

เมื่อ  $P_0 =$  ความดันบรรยากาศ  $= 1.01 \times 10^5$  นิวตัน/ตารางเมตร

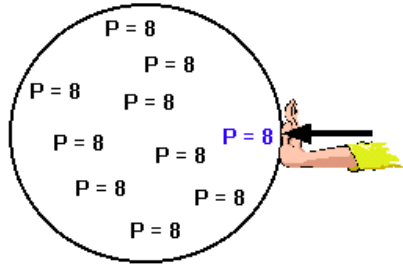
22. เชือกน้ำจืดแห่งหนึ่ง มีน้ำอยู่ลึก 20 เมตร ที่ฐานเชือกจะเป็นรูโคมี่เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เมตร จงหาแรงดันของน้ำที่ไหลออกไป  $(4.51 \times 10^5 \text{ N})$

วิธีทำ

**ตอนที่ 3 กฎของปาสคาล**

กฎของปาสคาล

กล่าวว่า “ ถ้ามีของไหล (ของเหลวหรือก๊าซ) บรรจุอยู่ในภาชนะที่อยู่นิ่ง เมื่อให้ความดันเพิ่มเข้าไปแก่ของไหล ณ ตำแหน่งใดๆ ความดันที่เพิ่มขึ้นจะถ่ายทอดไปทุกๆ จุดในของไหลนั้น ”



ปัจจุบันเราใช้กฎของปาสคาลมาสร้างเป็นเครื่องผ่อนแรงชนิดหนึ่ง คือ เครื่องอัดไฮดรอลิก (เช่น แม่แรงยกรถ) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักดังรูป

สมการคำนวณเกี่ยวกับเครื่องอัดไฮดรอลิก คือ

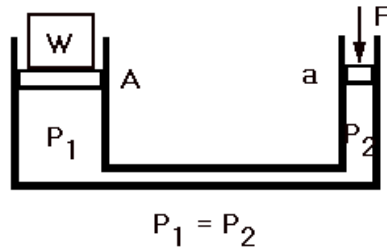
$$\frac{W}{A} = \frac{F}{a}$$

เมื่อ  $W$  = น้ำหนักที่ยกได้ (N)

$F$  = แรงที่ใช้กด (N)

$A$  = พื้นที่หน้าตัดกระบอกสูบใหญ่

$a$  = พื้นที่หน้าตัดกระบอกสูบเล็ก



การได้เปรียบเชิงกลทางปฏิบัติ (M.A.ปฏิบัติ) =  $\frac{W}{F}$

การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎี (M.A.ทฤษฎี) =  $\frac{A}{a}$

ปกติแล้วในทางปฏิบัติ M.A.ปฏิบัติ จะน้อยกว่า M.A.ทฤษฎี เสมอ

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงกล (Eff)} = \frac{\text{M.A.ปฏิบัติ}}{\text{M.A.ทฤษฎี}} \times 100\% = \frac{W/F}{A/a} \times 100\%$$

23. เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบเล็กมีพื้นที่หน้าตัด 10 cm<sup>2</sup> ลูกสูบใหญ่มีพื้นที่หน้าตัด 80 cm<sup>2</sup> ถ้าออกแรงที่ลูกสูบเล็ก 20 N จะเกิดแรงยกที่ลูกสูบใหญ่เท่าใด (160 N)

วิธีทำ

24. เครื่องไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบเล็กมีพื้นที่หน้าตัด  $3 \text{ cm}^2$  ลูกสูบใหญ่มีพื้นที่หน้าตัด  $24 \text{ cm}^2$  ถ้าออกแรงที่ลูกสูบเล็ก  $10 \text{ N}$  จะเกิดแรงยกที่ลูกสูบใหญ่เท่าใด และการได้เปรียบเชิงกลเป็นกี่เท่า (80 N, 8 เท่า)

วิธีทำ

- 25(มข 42) เครื่องไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบใหญ่มีรัศมี  $0.5$  เมตร และลูกสูบเล็กมีรัศมี  $0.05$  เมตร ถ้าออกแรงกดลูกสูบเล็ก  $100$  นิวตัน จะยกวัตถุมวลเท่าไรได้
- 1,000 กิโลกรัม
  - 1,000 นิวตัน
  - 10,000 กิโลกรัม
  - 100,000 นิวตัน (ข้อ 1)

วิธีทำ

26(En 44/1) เครื่องอัดไฮดรอลิกใช้สำหรับยกรถยนต์เครื่องหนึ่ง ใช้น้ำมันที่มีความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พื้นที่ของลูกสูบใหญ่และลูกสูบเล็กมีค่า 1000 ตารางเซนติเมตร และ 25 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ต้องการยกรถยนต์หนัก 1000 กิโลกรัม ขณะที่กดลูกสูบเล็กระดับน้ำมันในลูกสูบเล็กอยู่สูงกว่าน้ำมันในลูกสูบใหญ่ 100 เซนติเมตร แรงที่กดบนลูกสูบเล็ก มีค่าเท่าใด (ข้อ 1)

1. 230 N

2. 250 N

3. 270 N

4. 290 N

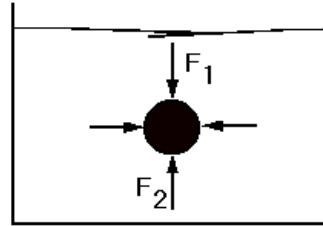
**วิธีทำ**

27. เครื่องอัดไฮดรอลิกหนึ่งใช้น้ำมันที่มีความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พื้นที่ของลูกสูบใหญ่และลูกสูบเล็กมีค่า 0.1 และ 0.02 ตารางเมตรตามลำดับ ระดับน้ำมันในลูกสูบใหญ่อยู่สูงกว่าน้ำมันในลูกสูบเล็ก 20 เซนติเมตร หากต้องการยกรถยนต์หนัก 2000 กิโลกรัม จะต้องออกแรงที่กดบนลูกสูบเล็กกี่นิวตัน (4032)

**วิธีทำ**

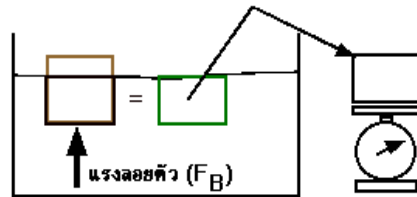
**ตอนที่ 4 แรงลอยตัว และหลักของอาร์คิมิดีส**

ตามรูป วัตถุที่จมอยู่ในของเหลว จะถูกแรงดันของของเหลวกระทำในทุกทิศทาง พิจารณาเฉพาะแนวตั้ง แรง  $F_2$  จะมีค่ามากกว่า  $F_1$  เพราะ  $F_2$  อยู่ลึกกว่า ดังนั้น เมื่อหาแรงลัพธ์ ( $F_2 - F_1$ ) จะได้ แรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์ อยู่ในทิศขึ้น แรงลัพธ์นี้เรียก แรงลอยตัว



หลักของอาร์คิมิดีส

“แรงลอยตัวจะมีค่าเท่ากับ น้ำหนักของของเหลว ซึ่งมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนจม ”



นั่นคือ แรงลอยตัว = น้ำหนักของของเหลว

$$F_B = m g \text{ ของเหลว}$$

โดยที่  $m = \rho v$

$$F_B = \rho_{\text{ของเหลว}} V_{\text{ของเหลว}} g$$

โดยที่  $V_{\text{ของเหลว}} = V_{\text{วัตถุส่วนจม}}$

$$F_B = \rho_{\text{ของเหลว}} v_{\text{วัตถุส่วนจม}} g$$

เมื่อ  $F_B =$  แรงลอยตัว ,  $\rho =$  ความหนาแน่น [ $\text{kg/m}^3$ ] ,  $V =$  ปริมาตร [ $\text{m}^3$ ]

28. ปล่อยวัตถุทรงกลมมวล 10 กรัม ที่มีปริมาตร 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปในน้ำ ขณะที่จมลงไปได้ระยะหนึ่งจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แรงลอยตัวจะมีค่ากี่นิวตัน (ข้อ 1)

1.  $5.0 \times 10^{-2}$       2.  $2.5 \times 10^{-3}$       3.  $2.0 \times 10^{-4}$       4.  $1.5 \times 10^{-5}$

วิธีทำ

29. วัตถุชิ้นหนึ่งมีมวล 2 กิโลกรัม เมื่อนำไปลอยในน้ำซึ่งมีความหนาแน่น  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$   
จงหาปริมาตรของวัตถุส่วนจมใต้น้ำ (0.002 m<sup>3</sup>)

วิธีทำ

30. วัตถุชิ้นหนึ่งมีปริมาตร 20 cm<sup>3</sup> ความหนาแน่น 900 kg/m<sup>3</sup> เมื่อนำวัตถุนี้ไปลอยในน้ำซึ่ง  
มีความหนาแน่น 1000 kg/m<sup>3</sup> จงหาปริมาตรของวัตถุส่วนจมใต้น้ำ (18 Cm<sup>3</sup>)

วิธีทำ

31. วัตถุชิ้นหนึ่งมีปริมาตร 10 cm<sup>3</sup> ความหนาแน่น  $0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  เมื่อนำวัตถุนี้ไปลอยใน  
น้ำซึ่งมีความหนาแน่น  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  จงหาปริมาตรของวัตถุส่วนจมใต้น้ำ (8 Cm<sup>3</sup>)

วิธีทำ

32. วัตถุทรงกลมตันลูกหนึ่งลอยอยู่ในของเหลวโดยจมลงไปครึ่งลูกพอดี กำหนดว่าของเหลวมีความหนาแน่น 1.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาว่าความหนาแน่นของวัตถุมีค่าเท่าใด
1.  $0.6 \text{ g/cm}^3$       2.  $0.8 \text{ g/cm}^3$       3.  $0.9 \text{ g/cm}^3$       4.  $1.0 \text{ g/cm}^3$  (ข้อ 1)

วิธีทำ

33. ถ้าวัตถุเป็นน้ำแข็งและของเหลวเป็นน้ำที่มีความหนาแน่น 917 และ  $1000 \text{ kg/m}^3$  ตามลำดับ ปริมาตรส่วนที่จมและลอยคิดเป็นร้อยละเท่าใด (91.7, 8.3)

วิธีทำ



34. แขนงก้อนอะลูมิเนียมที่มีมวล 1 กิโลกรัม และความหนาแน่น  $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ด้วยเชือกจากนั้นนำไปแช่น้ำ แรงดึงในเชือกก่อนและหลังแช่น้ำเป็นเท่าใด (10 นิวตัน , 6.3 นิวตัน)

วิธีทำ

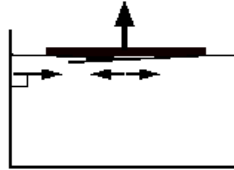
35. เมื่อชั่งวัตถุก้อนหนึ่งในอากาศวัดได้ 50 N แต่เมื่อนำวัตถุไปชั่งในน้ำจะหนัก 40 N วัตถุนี้มีความหนาแน่นเท่าใด (กำหนดให้น้ำมีความหนาแน่น  $10^3 \text{ kg/m}^3$ ) ( $5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

วิธีทำ

### ตอนที่ 5 แรงตึงผิว และแรงหนืด

แรงตึงผิว คือ แรงซึ่งพยายามจะยึดผิวของของเหลวเอาไว้ มิให้ผิวของเหลวแยกออกจากกัน  
สมบัติของแรงตึงผิว

- 1) มีทิศทางกับผิวของของเหลว
- 2) มีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัส



วิธีการหาค่าแรงตึงผิว ให้นำห่วงลวดวงกลมเบา ไปวางแปะที่ผิวของเหลวนั้น แล้วค่อยๆ ออกแรงยกทีละน้อย แรงซึ่งพอดียกห่วงลวดออกมาได้จะเท่ากับแรงตึงผิว

เราอาจหาค่าแรงตึงผิวได้จาก

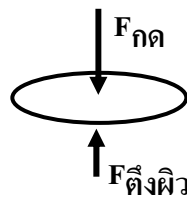
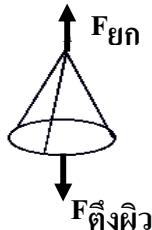
$$F = \gamma L$$

เมื่อ  $\gamma$  คือ ความตึงผิว (N/m)

F คือ แรงตึงผิว (N)

L คือ ระยะที่วัตถุสัมผัสของเหลว (m)

- ควรทราบ**
1. หากวัตถุถูกดึงขึ้นจากผิวของเหลว แรงตึงผิวจะมีทิศลดลง
  2. หากวัตถุถูกกดลงจากผิวของเหลว แรงตึงผิวจะมีทิศต้านขึ้น



36. เอาห่วงลวดรัศมี 3.5 เซนติเมตร จุ่มลงในน้ำเมื่อดึงขึ้นมา ต้องออกแรงเอาชนะแรงตึงผิวเท่าใด (ไม่คิดน้ำหนักของห่วง)  
กำหนด น้ำมีความตึงผิว  $7 \times 10^{-2}$  N/m (0.0308 N)



**วิธีทำ**

37. แผ่นโลหะรูปวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 10 เซนติเมตร กำลังเตะผิวน้ำพอดี จงหาแรงที่ดึงแผ่นโลหะนี้ให้หลุดจากผิวน้ำพอดี เมื่อแผ่นโลหะมีมวล 25 กรัม กำหนดให้ความตึงผิวของน้ำเท่ากับ  $7.0 \times 10^{-2}$  นิวตันต่อเมตร (0.272 นิวตัน)

วิธีทำ

38. แผ่นโลหะบางมากรูปวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร นำไปลอยอยู่บนผิวน้ำ ถ้าการที่แผ่นโลหะนี้สามารถลอยน้ำอยู่ได้เป็นผลมาจากตึงผิวเพียงอย่างเดียว จงหาว่าโลหะแผ่นนี้มีมวลอย่างมากที่สุดเท่าใด กำหนดให้ความตึงผิวของน้ำมีค่า 0.072 นิวตัน/เมตร

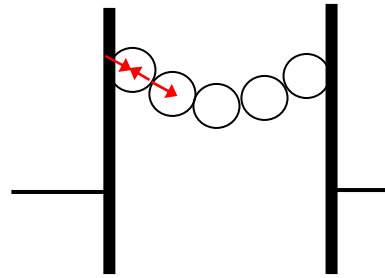
1. 1.58 กรัม      2. 2.26 กรัม      3. 3.16 กรัม      4. 4.52 กรัม (ข้อ 1)

วิธีทำ

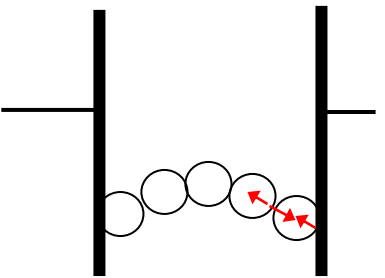
**การโค้งงอของผิวของเหลว**

หากเรานำหลอดแก้วเล็กๆ จุ่มลงในของเหลว ผลที่เกิดขึ้นอาจเป็นไปได้ 2 กรณี คือ

1. ถ้าแรงยึดติดระหว่างโมเลกุลของเหลวกับโมเลกุลของผนังแก้ว มีค่ามากกว่าแรงเชื่อมแน่นระหว่างโมเลกุลของของเหลวด้วยกันเอง กรณีนี้ผิวของเหลวจะซึมขึ้นไปในหลอดแก้วได้สูงกว่าระดับของเหลวปกติ และผิวของเหลวในหลอดแก้วจะมีลักษณะเว้าลงและผนังแก้วจะเปียกเช่น จุ่มหลอดแก้วลงในน้ำ จะเกิดกรณีนี้



2. ถ้าแรงเชื่อมแน่นระหว่างโมเลกุล ของของเหลวด้วยกันเอง มีค่ามากกว่าแรงยึดติดระหว่างโมเลกุลของเหลวกับผนังแก้ว กรณีนี้ผิวของเหลวในหลอดจะมีลักษณะโค้งขึ้น และอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวปกติ และผนังแก้วจะไม่เปียก เช่น จุ่มหลอดแก้วลงในปรอท จะเกิดกรณีนี้



ปรากฏการณ์ที่ระดับของเหลวในหลอดสูงกว่า หรือต่ำกว่าระดับของเหลวภายนอกหลอดเช่นนี้ เรียกว่า การซึมตามรูเล็ก (capillary action)

39. ในท่อส่งน้ำของลำต้นพืช สามารถส่งน้ำจากพื้นดินขึ้นไปสู่ด้านบนลำต้นได้ แสดงว่าแรงยึดติดกับแรงเชื่อมแน่น แรงไหนมีค่ามากกว่ากัน **ตอบ** .....

**แรงหนืด (viscous force)** คือ แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุภายในของเหลวนั้น  
**ความหนืด (viscosity)** คือ สมบัติการมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของของเหลว (แรงหนืด) นั้น  
ข้อนำสนใจเกี่ยวกับความหนืดของของเหลว

- 1) ของเหลวที่มีความหนืดน้อยจะไหลได้เร็วกว่า ของเหลวที่มีความหนืดมาก
- 2) ของเหลวที่มีความหนืดมากจะมีแรงต้านการคมนมากกว่าของเหลวที่มีความหนืดน้อย
- 3) หากนำวัตถุเล็ก ๆ หย่อนลงในของเหลว ในของเหลวที่มีความหนืดมากกว่าวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าการเคลื่อนที่ในของเหลวที่มีความหนืดน้อย
- 4) ปกติแล้ว เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความหนืดของของเหลวจะลดลง

40. ลูกกลมโลหะที่ลักษณะเหมือนกันตกในของเหลวที่มีความหนืดต่างกัน ความเร็วปลายของลูกกลมโลหะทั้งสองจะต่างกันหรือไม่

ตอบ

41. ลูกกลมเหล็กที่มีขนาดเท่ากันสองลูก ถูกปล่อยพร้อมกันลงในหลอดบรรจุน้ำที่มีอุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส ลูกกลมเหล็กในหลอดใดถึงก้นหลอดก่อน

ตอบ

**การทดลองหยอดลูกเหล็กกลมลงในของเหลว**

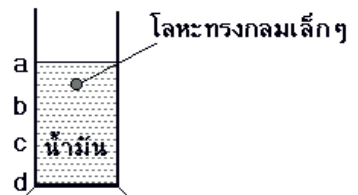
$a \neq 0$   
 มี  $a$  เป็นบวก  
 {  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 $v=5$   
 {  
 5  
 5  
 5  
 $a = 0$   
 ความเร็วสุดท้าย = 5

**ช่วงแรก** แรงหนืด + แรงลอยตัว <  $mg$   
 ดังนั้น  $mg - (\text{แรงหนืด} + \text{แรงลอยตัว}) \neq 0$   
 จาก  $\Sigma F = ma$  เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์ จึงมีความเร่งเกิดขึ้น

**ช่วงหลัง** วัตถุเคลื่อนเร็วขึ้น แรงหนืดจะมากขึ้น และสุดท้าย แรงหนืด + แรงลอยตัว =  $mg$   
 ดังนั้น  $mg - (\text{แรงหนืด} + \text{แรงลอยตัว}) = 0$

จาก  $\Sigma F = ma$  เมื่อมีแรงลัพธ์เป็นศูนย์ ความเร่งจึงเป็นศูนย์ด้วย

42(En 40) เมื่อหย่อนลูกโลหะทรงกลมเล็กๆ ลงในทรงกระบอกที่ทำด้วยแก้ว โดยมีน้ำมันบรรจุอยู่ ถ้าระยะ  $ab = bc = cd$  การเคลื่อนที่ของลูกโลหะเป็นไปตามข้อใด



1. ช่วง a ถึง b มีความเร่ง ต่อจากนั้นจะมีความเร็วคงตัว
2. ช่วง a ถึง b มีความหน่วงต่อจากนั้นจะมีความเร็วคงตัว
3. จาก a ถึง b มีความเร่งคงตัวตลอด
4. จาก a ถึง d มีความเร่งคงตัวตลอด

(ข้อ 1)

วิธีทำ

**กฎของสโตกส์ ( Sir George Stokes )**

สโตกส์ ได้ค้นพบว่า เราสามารถหาแรงหนืดที่กระทำต่อวัตถุทรงกลม ได้จากสมการ

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

เมื่อ  $F =$  แรงหนืดของของไหล ( นิวตัน )

$r =$  รัศมีของวัตถุทรงกลม ( เมตร )

$v =$  ความเร็วของวัตถุทรงกลม ( เมตร/วินาที )

$\eta =$  ความหนืดของของไหล ( Pa . s )

43. ปล่อยทรงกลมเหล็กที่มีรัศมี 1 มิลลิเมตร ลงในน้ำ ความเร็วปลายของทรงกลมเหล็กจะมีค่าเท่าใด ( ให้  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  , ความหนาแน่นเหล็ก  $= 7.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  , ความหนาแน่นน้ำ  $= 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  , ความหนืดของน้ำ  $= 1 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$  ) (15.16 m/s)

**วิธีทำ**

**ตอนที่ 6 พลศาสตร์ของไหล****สมบัติของของไหล (ของเหลว, ก๊าซ) ในอุดมคติ**

- 1) ของไหลมีอัตราการไหลอย่างสม่ำเสมอ หมายถึง ความเร็วของทุก ๆ อนุภาค ณ ตำแหน่งหนึ่งมีค่าเท่ากัน
- 2) ของไหลมีการไหลโดยไม่หมุน
- 3) ของไหลมีการไหลโดยไม่มีแรงต้านเนื่องจากความหนืดของของไหล
- 4) ของไหลไม่สามารถอัดได้ มีปริมาตรคงที่ ไม่ว่าไหลผ่านบริเวณใด ยังคงมีความหนาแน่นเท่าเดิม

**อัตราการไหล**

“ ผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดซึ่งของเหลวไหลผ่านกับอัตราเร็วของไหลที่ผ่าน ไม่ว่าจะ  
เป็นตำแหน่งใดในหลอดการไหลมีค่าคงที่ ” ค่าคงที่นี้เรียก อัตราการไหล (Q)

นั่นคือ  $Q = A v$  หรือ  $Q = \frac{V}{t}$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหล ( $\text{m}^3 / \text{s}$ )      A คือ พื้นที่หน้าตัด ( $\text{m}^2$ )

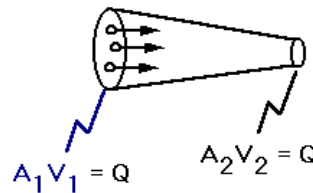
v คือ อัตราเร็ว ( $\text{m/s}$ )      V คือ ปริมาตรของเหลว ( $\text{m}^3$ )

t คือ เวลา (วินาที)

และเนื่องจาก อัตราการไหล (Q) มีค่าคงที่

ดังนั้น  $Q_1 = Q_2$

และ  $A_1 v_1 = A_2 v_2$



เมื่อ  $A_1, A_2$  คือ พื้นที่หน้าตัดจุดที่ 1 และจุดที่ 2 ตามลำดับ

$v_1, v_2$  คือ ความเร็วของไหล ณ จุดที่ 1 และจุดที่ 2 ตามลำดับ

44. ถ้าน้ำในท่อประปาที่ไหลผ่านมาตรวัดเข้าบ้านมีอัตราการไหล 40 ลิตรต่อนาที จงหาอัตราเร็วของน้ำในท่อประปาเมื่อไหลผ่านท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร (2.12 m/s)

**วิธีทำ**

45. เครื่องสูบน้ำเครื่องหนึ่ง สามารถสูบน้ำได้  $0.01 \text{ m}^3$  ในเวลา 10 วินาที แล้วพ่นออกไปทางท่อซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร จงหาความเร็วของน้ำที่พ่นออกไป (10 m/s)

**วิธีทำ**

46. เม็ดเลือดไหลด้วยอัตราเร็ว 10 cm/s ในเส้นเลือดใหญ่ที่มีรัศมี 0.3 cm ไปสู่เส้นเลือดขนาดเล็กกลง และมีรัศมี 0.2 cm อัตราเร็วของเม็ดเลือดในเส้นเลือดเล็กเป็นเท่าใด (22.5 Cm/s)

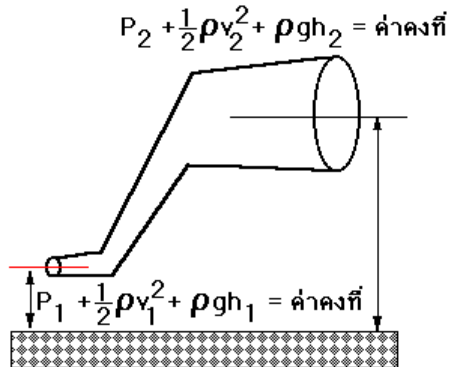
วิธีทำ

หลักของแบร์นูลลี

กล่าวว่า “ เมื่อของไหลเคลื่อนที่ในแนวระดับ หากอัตราเร็วมีค่าเพิ่มขึ้น ความดันในของไหลจะลดลงและเมื่ออัตราเร็วลดลง ความดันในของไหลจะเพิ่มขึ้น ”

สมการของแบร์นูลลี

เนื่องจาก “ ผลรวมความดัน พลังงานจลน์ต่อปริมาตร และ พลังงานศักย์ต่อปริมาตร ทุกๆ จุดภายในท่อที่ของไหล ไหลผ่านจะมีค่าคงที่ ”



นั่นคือ  $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงที่}$

และ  $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2$

เมื่อ  $P_1, P_2$  คือ ความดันของเหลวในท่อ ณ. จุดที่ 1 และ จุดที่ 2 ตามลำดับ (N/m<sup>2</sup>)

$v_1, v_2$  คือ อัตราเร็วของไหล ณ.จุดที่ 1 และ จุดที่ 2 ตามลำดับ (m/s)

$h_1, h_2$  คือ ความสูงจากพื้นถึงจุดศูนย์กลางท่อที่ 1 และ จุดที่ 2 ตามลำดับ (m)

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของของเหลว (kg / m<sup>3</sup>)

47. จงอธิบายว่าแรงที่ยกปีกเครื่องบินขึ้นได้นั้นเกิดได้อย่างไร

ตอบ



48. ท่อน้ำวางในแนวระดับ มีน้ำไหลอย่างสม่ำเสมอด้วยอัตราเร็ว 4 เมตร/วินาที ถ้าท่อคอดลงโดยพื้นที่ลดลงเป็น 1 ใน 4 ของพื้นที่ตอนแรก ดังรูป จงหา



ก. อัตราเร็วของน้ำที่พุ่งผ่านท่อส่วนที่คอด (16 m/s)

ข. ถ้าความดันน้ำที่ไหลเข้ามีค่า  $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  จงหาความดันน้ำที่ไหลออก ( $1.8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ )

วิธีทำ

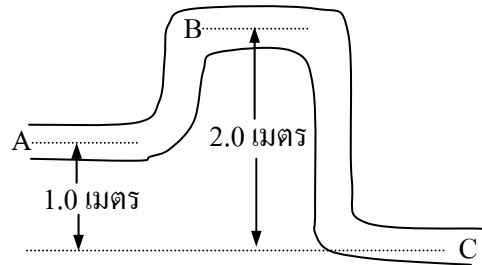
49. ท่อน้ำที่ไม่สม่ำเสมอหนึ่ง ท่อตอนบนมีพื้นที่หน้าตัด 4.0 ตารางเซนติเมตร และอยู่สูงจากพื้น 10 เมตร ถ้าน้ำในท่อมีความดัน  $1.5 \times 10^5$  พาสคัล และไหลด้วยอัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ไปยังท่อตอนล่างซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 8 ตารางเซนติเมตร และอยู่สูงจากพื้น 1 เมตร จงหา ก. อัตราเร็วของน้ำในท่อตอนล่าง (1 m/s)

ข. ความดันของน้ำในท่อตอนล่าง ( $2.415 \times 10^5$  พาสคัล)

วิธีทำ

50. น้ำไหลออกจากท่อ A ไปยังท่อ B และ ท่อ C

ซึ่งมีขนาดเท่ากันดังแสดงในรูป โดยที่ A และ B อยู่สูงจาก C เป็น 1.0 และ 2.0 เมตร ตามลำดับ ถ้าความดันในท่อ A เท่ากับ  $1.50 \times 10^5$  นิวตันต่อตารางเมตร และน้ำมีอัตราเร็ว 5.0 เมตรต่อวินาที ความดันในท่อ C เป็นกี่นิวตันต่อตารางเมตร กำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และถือว่าน้ำไม่มีความหนืด



1.  $1.3 \times 10^5$       2.  $1.4 \times 10^5$       3.  $1.5 \times 10^5$       4.  $1.6 \times 10^5$       (ข้อ 4)

วิธีทำ

51. ในการออกแบบเครื่องบินให้มีแรงยก 900 นิวตัน/ตารางเมตรของพื้นที่ปีก โดยถือว่าลมที่ผ่านปีกเครื่องบินแบบสมำเสมอ ถ้าลมที่ผ่านได้ปีกมีความเร็ว 100 เมตร/วินาที จงหาความเร็วลมเหนือปีกเพื่อให้ได้แรงยกขึ้นตามต้องการ กำหนดให้อากาศมีความหนาแน่น  $1.3 \text{ กิโลกรัม/เมตร}^3$  (106.7 m/s)

วิธีทำ

52. อัตราเร็วของลมพายุที่พัดเหนือหลังคาบ้านหลังหนึ่งเป็น 30 m/s ผลต่างระหว่างความดันอากาศเหนือหลังคาบ้านและใต้หลังคาบ้านหลังนี้เป็นเท่าใด และถ้าหลังคาบ้านมีพื้นที่ 175 ตารางเมตร แรงยกที่กระทำกับหลังคาบ้านเป็นเท่าใด

กำหนด ความหนาแน่นของอากาศขณะนั้นเป็น  $0.3 \text{ kg/m}^3$  (135 N/m<sup>2</sup>, 23625 N)

วิธีทำ

