บทที่ 17 ของไหล

กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics)

ความดัน (Pressure)

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

- **คืออะไร:** แรงที่ของไหลกระทำตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่
- **ตัวแปร:** F = แรง (N), A = พื้นที่ (m^2)

ความดันเกจ (Gauge Pressure)

$$P = \rho gh$$

- **คืออะไร:** ความดันที่เกิดจาก น้ำหนักของของไหล เพียงอย่างเดียว (ไม่รวมความดันบรรยากาศ)
- **ตัวแปร:**
  - ρ (โร) = ความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3)
  - g = ความเร่งโน้มถ่วง (9.8 m/s^2)
  - h = ความลึก (m) (วัดจากผิวของไหลลงไป)

ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure),

$$P = P_a + \rho gh$$

- **คืออะไร:** ความดันรวมทั้งหมด ณ ความลึก h
- **อธิบาย:** มันคือ ความดันเกจ (ρgh) บวกกับ ความดันบรรยากาศ (P_a) ที่กดอยู่บนผิวของไหล
  - $P_a = 1.01 \times 10^5$ Pa

1. ดำน้ำผู้หนึ่งสามารถทนความดันเกจได้มากที่สุดไม่เกิน 1.5×10^5 พาสคัล จงหาว่าในขณะดำน้ำลงไปในแม่น้ำแห่งหนึ่ง เขาสามารถดำน้ำได้ลึกมากที่สุดเท่าใด (กำหนดให้ ค่าความหนาแน่นของน้ำเป็น 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

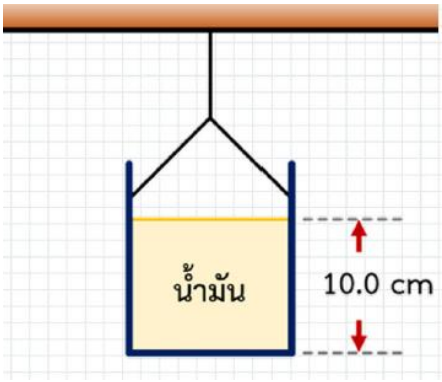
1. 10 m
2. 15 m
3. 20 m
4. 25 m

2. (A-Level 66) ผูกภาชนะด้วยเชือก 2 เส้น แล้วแขวนกับเพดาน ซึ่งก้นภาชนะมีพื้นที่ 1.00×10^{-2} ตารางเมตร และภายในภาชนะบรรจุน้ำมันที่มีระดับสูงจากก้นภาชนะ 10.0 เซนติเมตร ดังภาพผลรวมของแรงที่ของไหลกระทำต่อก้นภาชนะทั้งภายในและภายนอกมีขนาดกี่นิวตัน

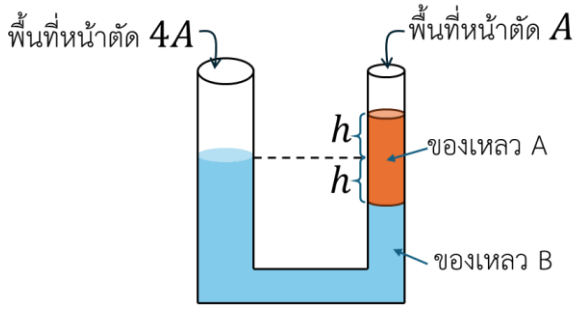
กำหนดให้ ความดันบรรยากาศ ณ ตำแหน่งที่ผูกภาชนะ $P_0 = 1.010 \times 10^5$ Pa

ความหนาแน่นของน้ำมัน $\rho = 800$ kg/m^3

ขนาดของความเร่งโน้มถ่วง $g = 9.80$ m/s^2

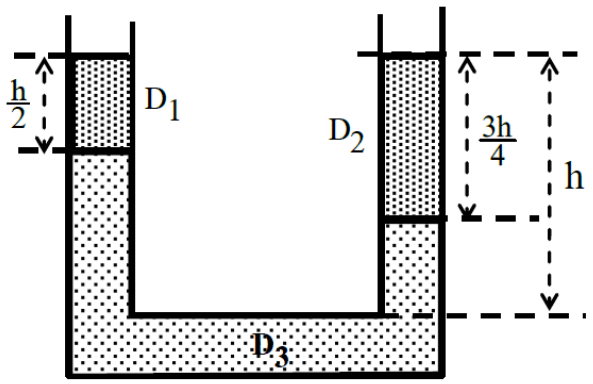


3. ท่อรูปตัวยูปลายเปิดตั้งดิ่งอยู่ มีของเหลว A ความหนาแน่น ρ_A กับของเหลว B ความหนาแน่น ρ_B ซึ่งไม่ผสมกันบรรจุอยู่ดังรูป จงหาค่าของอัตราส่วน ρ_A / ρ_B (วิชาสามัญ มี.ค. 62)



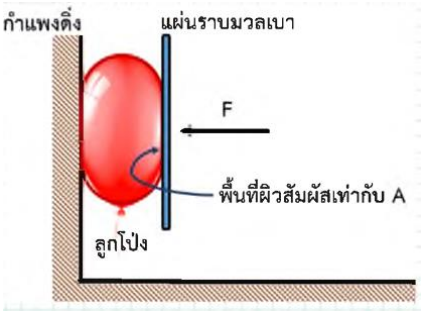
1. 1/4
2. 1/3
3. 1/2
4. 2
5. 4

4. ของเหลว 3 ชนิด มีความหนาแน่น D_1 , D_2 , D_3 บรรจุในภาชนะดัง รูป ถ้า $D_2 = 2D_1$ จงหาว่า D_3 เป็นกี่เท่าของ D_1



1. 2
2. 4
3. 1/2
4. 1/4

5. ออกแรง F ดันแผ่นราบมวลเบามีลูกโป่งซึ่งเดิมเป็นรูปทรงกลมให้ติดกับกำแพงดิ่งอย่างสมมาตรดังรูป ความดันภายในลูกโป่งเท่ากับเท่าไหร่ (กำหนดให้ P_a เป็นความดันบรรยากาศ) (วิชาสามัญ ธ.ค. 59)



1. $P_a - \frac{F}{A}$

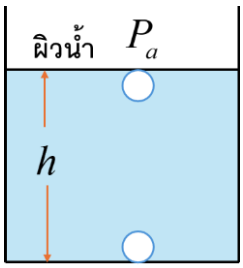
2. $P_a - \frac{F}{2A}$

3. P_a

4. $P_a + \frac{F}{2A}$

5. $P_a + \frac{F}{A}$

6. ฟองอากาศที่ใกล้ผิวน้ำมีปริมาตรเป็นกี่เท่าของฟองเดียวกันเมื่อยังอยู่ที่ก้นถ้วยลึก h (ความหนาแน่นของน้ำเป็น ρ และความดันบรรยากาศเหนือผิวน้ำเป็น P_a อุณหภูมิของน้ำมีค่าคงที่ตลอดความลึก)"



1. $\frac{\rho gh}{P_a}$

2. $\frac{P_a}{\rho gh}$

3. $1 + \frac{P_a}{\rho gh}$

4. $1 + \frac{\rho gh}{P_a}$

5. $\left(1 + \frac{\rho gh}{P_a}\right)^{\frac{1}{2}}$

แรงพยุง (Buoyant Force)

$$F_B = \rho_w V_{จม} g$$

- **คืออะไร:** หลักของอาร์คิมีดิส (Archimedes' Principle) คือแรงที่ของไหลพยายามดันวัตถุที่จมอยู่ในนั้นให้ลอยขึ้น
- **ตัวแปร:**
  - ρ_w = ความหนาแน่นของ**ของเหลว (ไม่ใช่ของวัตถุ)**
  - $V_{จม}$ = ปริมาตรของวัตถุ **ส่วนที่จม** อยู่ในของเหลว (m^3)
- จุดสำคัญ: F_B มีค่าเท่ากับ น้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่

- **ความตึงผิว (Surface Tension),**

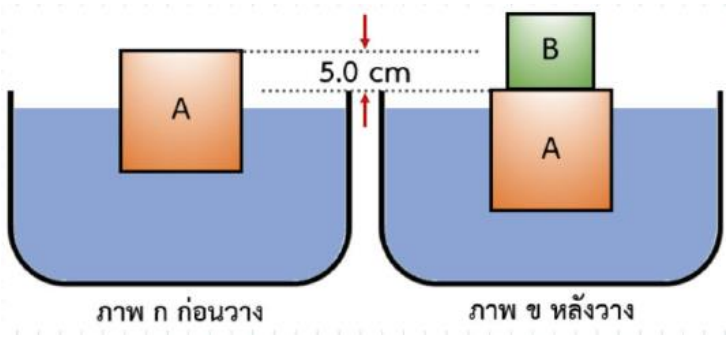
$$\gamma = \frac{F}{L}$$

- **คืออะไร:** แรงที่ยึดเหนี่ยวโมเลกุลที่ผิวของเหลวไว้ด้วยกัน
- **ตัวแปร:**
  - γ **(แกมมา)** = ความตึงผิว (N/m)
  - F = แรงดึงตามแนวผิว (N)
  - L = ความยาวของขอบที่สัมผัสกับผิวของเหลว (m)

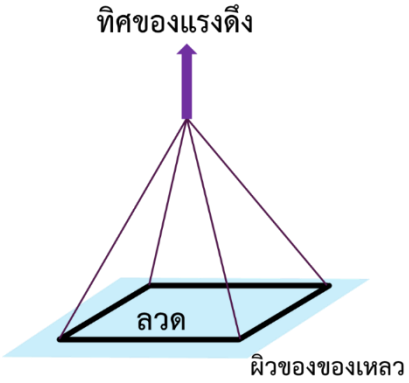
(เช่น ถ้าเป็นวงกลม L ก็คือเส้นรอบวง)

รูปร่าง/สถานการณ์	**ความยาวผิวสัมผัส (L)**	**หมายเหตุ**
1. ห่วงวงกลม แหวน	$L = 2(2\pi r)$	สัมผัส 2 ด้าน (ใน + นอก)
2. ลวดยาว	$L = 2l$	ฟิล์มมี 2 หน้า (หน้า + หลัง)
3. แผ่นวงกลมทึบ (เหรียญ)	$L = 2\pi r$	สัมผัสแค่ขอบนอก
4. น้ำในหลอดรูเล็ก	$L = 2\pi r$	สัมผัสขอบในของรูหลอด

7. (วิชาสามัญ เม.ย. 64) วัตถุ A ทรงลูกบาศก์ ยาวด้านละ 1.0 เมตร ลอยน้ำอยู่ ดังภาพ ก เมื่อวางวัตถุ B ลงบนวัตถุ A พบว่า วัตถุ A จมลงอีก 5.0 เซนติเมตร ดังภาพ ข กำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1.0×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วัตถุ B มีมวลกี่กิโลกรัม



8. ตัดลวดขนาดเล็กมาก มวล 2.0 กรัมให้เป็นวงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 2.4 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร แล้วผูกด้วยเชือกเบาและนำไปวางบนผิวของของเหลวชนิดหนึ่งที่มีความตึงผิว 0.4 นิวตันต่อเมตร จากนั้นออกแรงดึงเชือก ดังภาพ ถ้าต้องการให้ลวดหลุดออกจากผิวของของเหลวได้ จะต้องออกแรงดึงขนาดอย่างน้อยกี่นิวตัน



1) 3.9×10^{-2}
2) 4.9×10^{-2}
3) 5.9×10^{-2}
4) 7.8×10^{-2}
5) 9.8×10^{-2}

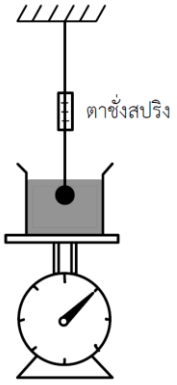
10. วัตถุหนึ่งมีน้ำหนักเมื่อชั่งในอากาศเท่ากับ 1 นิวตัน เมื่อชั่งวัตถุนี้ในของเหลวชนิดหนึ่งที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 50 องศาเซลเซียส พบว่าวัตถุนี้มีน้ำหนักเป็น 0.9 นิวตัน อัตราส่วนความหนาแน่นของของเหลวนี้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ต่อที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเท่าใด (PAT2 ก.พ. 61)

1. 1:1
2. 1:2
3. 2:1
4. 8:9
5. 9:8

11. วัตถุทรงกระบอกชิ้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A แต่ไม่ทราบความสูง เมื่อนำไปลอยให้ตั้งในแนวดิ่งในของเหลวชนิดหนึ่ง พบว่ามีส่วนที่โผล่พ้นของเหลวขึ้นมา h ถ้าความหนาแน่นของวัตถุเป็น ρ_0 และความหนาแน่นของของเหลวเป็น ρ_1 มวลของวัตถุนี้เป็นเท่าใด (PAT2 เม.ย. 57)

1. $\rho_0 hA$
2. $\rho_t hA$
3. $\dfrac{hA}{\dfrac{1}{\rho_t}-\dfrac{1}{\rho_0}}$
4. $\dfrac{hA}{\dfrac{1}{\rho_0}-\dfrac{1}{\rho_t}}$

12. เมื่อใส่น้ำในบีกเกอร์แล้วนำไปชั่งบนตาชั่ง ตาชั่งจะอ่านค่าได้เท่ากับ X แต่เมื่อนำวัตถุหนึ่งที่มีน้ำหนักเท่ากับ Y เมื่อชั่งด้วยตาชั่งสปริงในอากาศ ไปใส่ในบีกเกอร์ ดังรูป ตาชั่งสปริงอ่านค่าน้ำหนักของวัตถุได้เท่ากับ Z อยากทราบว่าตาชั่งด้านล่างจะอ่านค่าได้เท่าใด



1. X
2. $X+Z-Y$
3. $X+Y$
4. $X+Y-Z$
5. $X+Z$

ของไหลพลศาสตร์ (Fluid Dynamics)

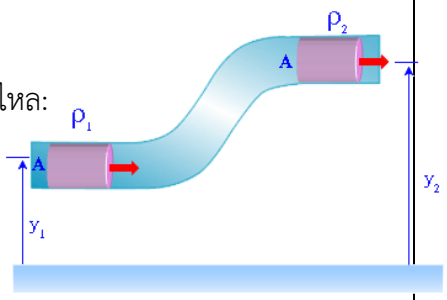
- **อัตราการไหล (สมการความต่อเนื่อง),**

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

  - **คืออะไร:** อธิบายการอนุรักษ์มวลของของไหล
  - **อธิบาย:** สำหรับของไหลที่ไหลในท่อ, "อัตราการไหล" (Av) จะคงที่
  - **จุดสำคัญ:** ถ้าท่อ แคบลง (A เล็ก) ของไหลจะต้อง ไหลเร็วขึ้น (v มาก)

- **สมการแบร์นูลลี**

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

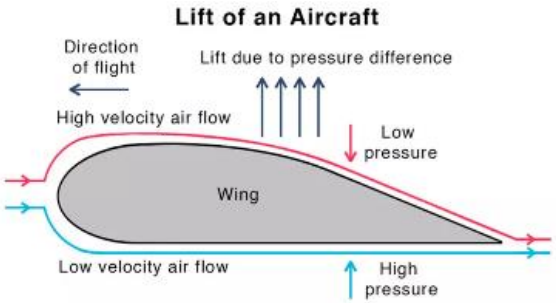


  - **คืออะไร:** กฎอนุรักษ์พลังงาน สำหรับของไหล
  - **อธิบาย:** ผลรวมของพลังงาน 3 รูปแบบนี้จะคงที่ตลอดการไหล:
    - P_1 = พลังงานจากความดัน
    - $\rho g h$ = พลังงานศักย์ (เนื่องจากความสูง)
    - $\frac{1}{2}\rho v_1^2$ = พลังงานจลน์ (เนื่องจากการเคลื่อนที่)
  - **จุดสำคัญ:** ถ้าไหลในแนวระดับ บริเวณที่ไหล เร็ว (v มาก) ความดัน (P) จะต่ำ

- **แรงยกใต้ปีก / หลังคา,**

$$F = \Delta P A = \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right)A$$

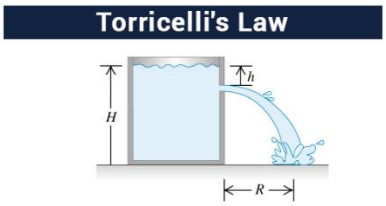
  - **คืออะไร:** นี่คือการประยุกต์ใช้สมการแบร์นูลลีเพื่ออธิบาย "แรงยก" (เช่น ปีกเครื่องบิน หลังคา)
  - **อธิบาย:** โดยทั่วไป อากาศด้านบนปีก v_2 จะไหลเร็วกว่าด้านล่าง v_1
  - **ตามหลักของแบร์นูลลี** v มาก ความดัน (P) จะต่ำ
  - **ดังนั้น** ความดันใต้ปีก (P_1) จึงมากกว่าความดันบนปีก (P_2) ทำให้เกิด แรง $F = \Delta P A$ ดันปีกขึ้น



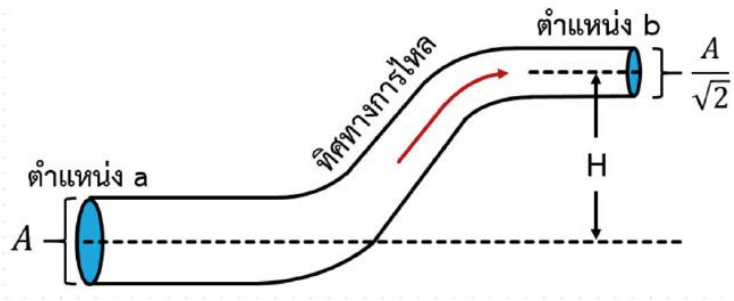
- การรั่วตามรูเล็ก (Torricelli's Law),

  $v = \sqrt{2gh}$

  - **คืออะไร:** หาอัตราเร็วของน้ำที่ไหลออกมาจากรูในถัง โดยมีเงื่อนไขว่าระดับน้ำในถังต้องเปลี่ยนแปลงน้อยมาก
  - **อธิบาย:** ใช้อัตราเร็ว (v) ของของไหลที่พุ่งออกจากรูเล็กๆ ที่อยู่ลึกจากผิว h



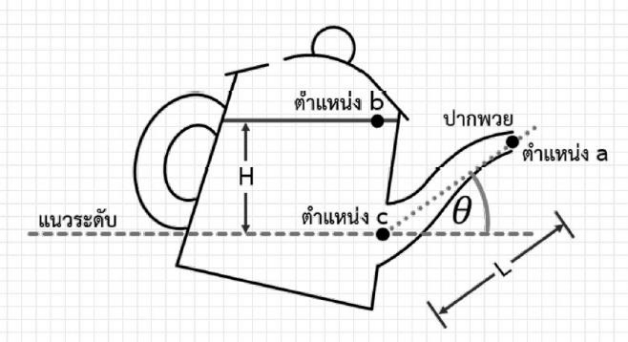
13. (วิชาสามัญ เม.ย. 64) น้ำที่มีความหนาแน่น ρ ไหลต่อเนื่องในท่อผ่านตำแหน่ง a ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A และมีความดันในน้ำเป็น 10 เท่าของความดันบรรยากาศ P_0 ออกไปปลายท่อที่ตำแหน่ง b ซึ่งเปิดสู่บรรยากาศ มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ $\frac{A}{\sqrt{2}}$ โดยจุดศูนย์กลางของท่อที่ตำแหน่ง b อยู่สูงจากจุดศูนย์กลางของท่อที่ตำแหน่ง a เป็นระยะ H ดังภาพ



อัตราเร็วของน้ำที่พุ่งออกจากปลายท่อที่ตำแหน่ง b มีค่าเท่าใด

1. $\sqrt{2\left(\frac{9P_0}{\rho} - g\right)}$
2. $\sqrt{2\left(gH - \frac{9P_0}{\rho}\right)}$
3. $2\sqrt{\left(\frac{9P_0}{\rho} - gH\right)}$
4. $2\sqrt{gH}$
5. $6\sqrt{\frac{P_0}{\rho}}$

14. (A-Level 66) เอียงกาน้ำชาที่ฝามีรูเปิดโดยให้ปากพวย ณ ตำแหน่ง a ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A ทำมุม θ กับแนวระดับ ระยะทางจากผิวน้ำชา ณ ตำแหน่ง b ถึงตำแหน่ง c เท่ากับ H และระยะทางจากตำแหน่ง a ถึงตำแหน่ง c เท่ากับ L ดังภาพ



อัตราการไหลของน้ำชาที่ออกจากปากพวย ณ ตำแหน่ง a มีค่าประมาณเท่าใดกำหนดให้ น้ำชาไหลอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมออัตราการลดลงของระดับน้ำชาในกาช้ามาก ๆ ประมาณเป็นศูนย์

ให้ g เป็นขนาดของความเร่งโน้มถ่วง

1) $\dfrac{\sqrt{2g(H-L\cos\theta)}}{A}$

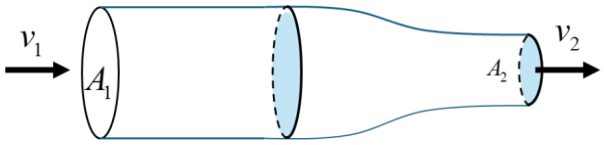
2) $\dfrac{\sqrt{2g(H-L\sin\theta)}}{A}$

3) $A\sqrt{2g(H-L)}$

4) $A\sqrt{2g(H-L\cos\theta)}$

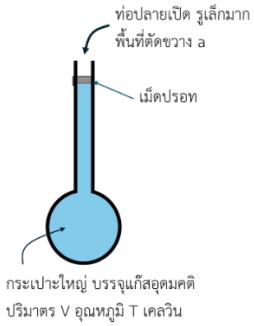
5) $A\sqrt{2g(H-L\sin\theta)}$

15. น้ำซึ่งมีความหนาแน่น p ไหลเข้าจากทางซ้ายของท่อปลายเปิดทั้งสองด้านด้วยความเร็ว V1 และไหลออกทางขวาด้วยความเร็ว V2 พลังงานจลน์ของน้ำไหลผ่านท่อต่อหน่วยมีค่าเท่าไร (วิชาสามัญ มี.ค. 62)



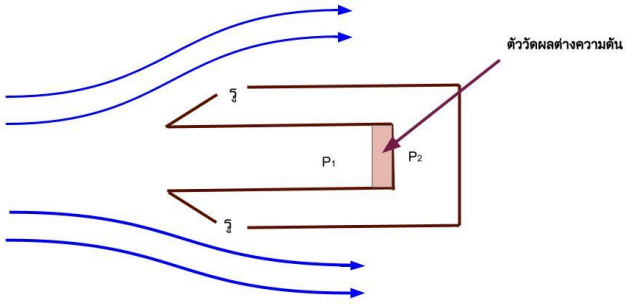
1. $\frac{1}{2}\rho A_2 v_1^2$
2. $\frac{1}{2}\rho A_2 v_2^2$
3. $\frac{1}{2}\rho A_1 A_2 v_1 v_2$
4. $\frac{1}{2}\rho A_1 v_1^3$
5. $\frac{1}{2}\rho A_1 v_1^4$

16. ถ้าอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติในกระเปาะเพิ่มขึ้น 1 เคลวิน เม็ดปรอทจะเลื่อนขึ้นจากระดับเพิ่มเป็นระยะทางเท่าไร (ไม่ต้องคำนึงถึงการขยายตัวของท่อ) (วิชาสามัญ มี.ค. 62)



1. $\frac{V}{aT}$
2. $\frac{VT}{a}$
3. $\frac{V}{a}$
4. $\frac{a^2}{V}$
5. $\frac{a^2 T}{V}$

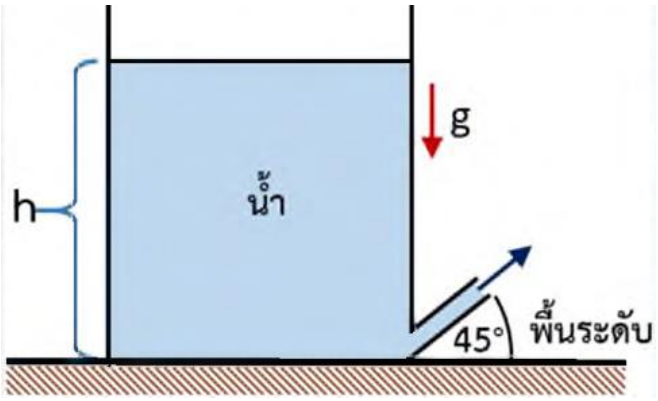
17. หลอดไพทอทที่ติดอยู่บนลำตัวเครื่องบินลักษณะเป็นท่อปลายแหลม ใช้วัดอัตราเร็วของอากาศเทียบกับเครื่องบิน หลอดดังกล่าว ประกอบด้วยท่อทรงกระบอกสองอันซ้อนกัน โดยปลายด้านหน้าเชื่อมติดกันเป็นปลายแหลม และเจาะรูที่ทรงกระบอกนอกดังรูป เมื่อเครื่องบินเคลื่อนที่ อากาศจะไหลเข้าปะทะปลายท่อ และเบนออกไปด้านข้างผ่านรูที่เจาะไว้ (แต่ไม่ได้เข้าไปในรู) ดังนั้นอากาศที่บริเวณ P_1 และ P_2 จึงเป็นอากาศที่นิ่งแต่มีค่าแตกต่างกัน ที่ปลายทรงกระบอกตัวในติดตั้ง ตัววัดผลต่างความดันไว้ซึ่งใช้คำนวณอัตราเร็วของอากาศ



สมการข้อใดเขียนได้ถูกต้อง กำหนดให้ P_1 และ P_2 เป็นความดันของทั้งสองบริเวณ ρ เป็นความหนาแน่นอากาศ, v เป็นอัตราเร็วของอากาศเทียบกับท่อไพทอท และ h เป็นระดับความสูงเครื่องบินเทียบกับระดับน้ำทะเล (PAT2 มี.ค. 60)

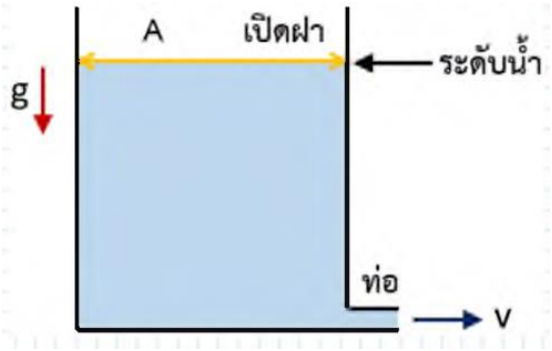
1. $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v^2$
2. $P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho v^2$
3. $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh$
4. $P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh$

18. น้ำจากท่อสั้นๆ เอียง 45 องศา ที่ก้นถังน้ำสูง h จะพุ่งขึ้นไปได้สูงเท่าใดจากพื้นระดับ



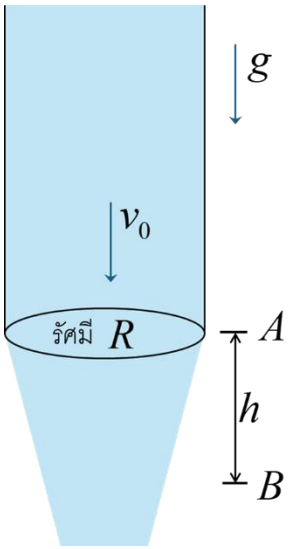
1. $\frac{1}{\sqrt{2}}h$
2. $\frac{1}{2}h$
3. $\frac{1}{4}h$
4. $\frac{3}{4}h$
5. h

19 . ที่ก้นถังมีท่อปลายน้ำทิ้งซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดขวาง a น้ำกำลังพุ่งออกจากท่อด้วยความเร็ว v ถังน้ำมีพื้นที่หน้าตัดขวาง A ระดับน้ำในถังลดลงด้วยความเร็วเท่าไร



1. $\frac{av}{A}$
2. $\frac{AV}{a}$
3. $\left(\frac{A}{a}\right)^2 v$
4. $\left(\frac{a}{A}\right)^2 v$
5. $\left(\frac{a}{A}\right)^{\frac{1}{2}} v$

20. ลำน้ำรูปทรงกระบอกรัศมี R ขณะพ้นจากปากท่อน้ำ A มีความเร็ว v_0 รัศมีของลำน้ำที่ตำแหน่ง B มีค่าเท่าใด โดยจุด B อยู่ต่ำกว่า A เป็นระยะ h



1. $\left(1+\frac{2gh}{v_0^2}\right)^{\frac{1}{2}}R$

2. $\left(1+\frac{2gh}{v_0^2}\right)^{-\frac{1}{2}}R$

3. $\left(1+\frac{2gh}{v_0^2}\right)^{\frac{1}{4}}R$

4. $\left(1+\frac{2gh}{v_0^2}\right)^{-\frac{1}{4}}R$

5. $\left(\frac{2gh}{v_0^2}\right)^{\frac{1}{4}}R$

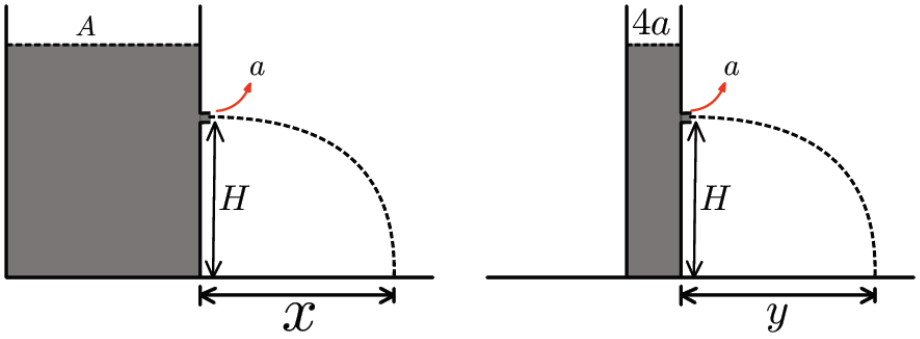
21. แท็งก์น้ำขนาดใหญ่มากบรรจุน้ำอยู่เต็มโดยมีความสูง 10 เมตร และวางอยู่บนพื้นดิน ที่ข้างแท็งก์มีรูเล็กๆ เจาะไว้ 2 รู โดยรูล่างอยู่สูงจากก้นแท็งก์ 3 เมตร ส่วนรูบนอยู่สูงจากก้นแท็งก์ 7 เมตร ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับน้ำที่ไหลออกจากรูทั้งสองในทันทีที่เปิดรู

1. น้ำรูบนจะตกไกลกว่า
2. น้ำจากรูล่างจะตกไกลกว่า
3. ตกกระทบพื้นไกลเท่ากัน
4. ตกกระทบพื้นในเวลาเดียวกัน

22. กระบอกฉีดยาฆ่าแมลงอยู่ในแนวราบ ประกอบด้วยลูกสูบพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางเซนติเมตร และปลายกระบอกเป็นรูเล็ก ๆ พื้นที่หน้าตัด 2 ตารางมิลลิเมตร อากาศที่ถูกอัดจะพ่นผ่านปลายท่อขนาดเล็กวางตัวในแนวดิ่งที่จุ่มอยู่ในน้ำผสมยาฆ่าแมลง สมมติให้ระดับผิวน้ำยาอยู่ต่ำกว่ารู 10 เซนติเมตร และประมาณว่าน้ำยามีความหนาแน่น 1000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ถ้าเราออกแรง 10 นิวตัน ดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เซนติเมตร/วินาที น้ำยาจะถูกดูดขึ้นมาตามท่อขนาดเล็กและพ่นออกไปได้เมื่ออากาศในกระบอกสูบถูกอัดจนมีความหนาแน่นใกล้เคียงกี่กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร (PAT2 มี.ค. 57)

1. 5
2. 7
3. 9
4. 11

23. ถังน้ำที่มีขนาดหน้าตัดต่างกัน หากเราเจาะข้างถังเป็นรูที่มีพื้นที่ขนาดเท่ากันและสูงจากพื้นเท่ากัน ดังรูป



อยากทราบว่า x จะเป็นกี่เท่าของ y

1. 2 เท่า
2. $\sqrt{3}$ เท่า
3. 1 เท่า
4. $\frac{\sqrt{15}}{4}$ เท่า
5. 0.5 เท่า