<< 문제지를 프린트하여 풀이과정과 답을 작성한 후 제출하십시오. >>

0000 년 00 학기 00 고사		과목명	물리학 10장 기출문제 답안지	학 과		학 년	감독교수확인
출 제	공동 출제			학 번			
편 집	송 현 석			성 명			
			○		○		점 수
시험일시	0000. 00. 00						

[주의 사항] 1. 계산기는 사용할 수 없습니다.

2. 단위가 필요한 답에는 반드시 SI 체계로 단위를 표기하시오.

[2010년 1학기 기말고사 5번] - 예제 10.5, 연습문제 10.8, 10.9, 10.16 참고

[2008년 1학기 기말고사 5번]

[2006년 1학기 기말고사 6번]

1. 한 물체가 스프링 저울에 매달려 있다. 이 저울은 물체가 공기 중에 있을 때에는 $100\,N$을 가리키고, 물속에 완전히 잠겨 있을 때에는 $60\,N$을 가리킨다. 어떤 액체의 밀도가 물의 밀도의 0.7배로 알려져 있다. 이 액체에 물체를 완전히 담갔을 때 스프링 저울은 몇 N을 가리키겠는가?

$\Sigma F = T_{공기} - mg = ma = 0 \quad \Rightarrow \quad T_{공기} = mg = 100\,N$

$\Sigma F = T_{물} + B_{물} - mg = ma = 0 \quad \Rightarrow \quad T_{물} = mg - B_{물} = 60\,N$

$\Rightarrow \quad B_{물} = mg - 60\,N = 100\,N - 60\,N = 40\,N$

$\dfrac{B_x}{B_{물}} = \dfrac{\rho_x V_x g}{\rho_{물} V_{물} g} = \dfrac{\rho_x V g}{\rho_{물} V g} = \dfrac{\rho_x}{\rho_{물}} = 0.7 \qquad < \ V_x = V_{물} = V \ >$

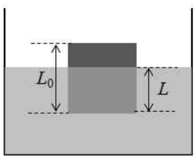
$B_x = 0.7 B_{물} = 0.7 \times (40\,N) = 28\,N$

$\Sigma F = T_x + B_x - mg = ma = 0$

$\Rightarrow \quad T_x = mg - B_x = 100\,N - 28\,N = 72\,N \qquad (\ T_x = 72\,N \ )$

[2013년 1학기 기말고사 5번] - 예제 10.5 연습문제 10.8, 10.9, 10.16 참고

2. 길이가 L_0이고 단면적이 A인 직육면체 형태의 물체를 어떤 액체에 담갔더니 그림에서와 같이 물체의 일부분이 액체 속에 잠겨 있다. 잠긴 부분의 길이를 L이라 하고 물체의 밀도를 ρ라고 할 때, 액체의 밀도를 구하여라.



$F_g = m_{물체} g = \rho_{물체} V_{물체} g = \rho A L_0 g$

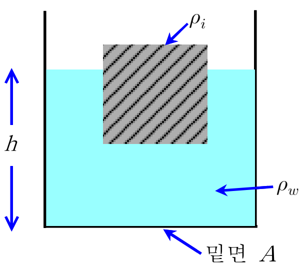
$F_B = m_{액체} g = \rho_{액체} V_{액체} g = \rho_{액체} A L g$

$F_g = F_B \quad \Rightarrow \quad \rho A L_0 g = \rho_{액체} A L g \quad \Rightarrow \quad \rho_{액체} = \dfrac{L_0}{L}\rho$

$(\ \rho_{액체} = \dfrac{L_0}{L}\rho \ )$

[2009년 1학기 기말고사 6번] - 예제 10.4 연습문제 10.8, 10.9, 10.16 참고

3. 우측 그림과 같이 밑면의 넓이가 A인 수조의 물에 전체 부피가 V_i인 얼음이 떠있다. 초기 물의 수위는 h이고 물과 얼음의 밀도는 각각 ρ_w와 ρ_i이다. (단, $\rho_w > \rho_i$) 얼음이 모두 녹아 물로 바뀌면 물의 수위는 얼마가 되겠는가?



$W_i = m_i g = \rho_i V_i g$

$B_i = m_w g = \rho_w V_w g \qquad < \ V_w$: 잠긴 부분에 해당하는 물의 부피 $>$

$W_i = B_i \quad \Rightarrow \quad \rho_i V_i g = \rho_w V_w g \quad \Rightarrow \quad \rho_i V_i = \rho_w V_w \quad \Rightarrow \quad m_i = m_w$

$< \ m_w$: 잠긴 부분에 해당하는 물의 질량 $>$

얼음 전체의 질량은 물에 잠긴 얼음의 부피에 해당하는 물의 질량과 같다.

따라서, 얼음이 모두 녹아도 수위의 변화는 없다. $\qquad (\ h \ )$

[2011년 1학기 기말고사 6번] - 예제 10.4, 10.5 연습문제 10.8, 10.9 참고

4. 어떤 나무토막을 물에 담갔더니 나무토막 부피의 50%가 물에 잠겼다. 이 나무토막을 기름에 담갔더니 나무토막 부피의 80%가 기름에 잠겼다. 이때, 기름의 밀도는 얼마인가? (단, 물의 밀도는 $1000\,kg/m^3$이다.)

$\rho_{나무} V_{나무} g = \rho_{물} V_{물} g = \rho_{물} \dfrac{1}{2} V_{나무} g \quad \Rightarrow \quad \rho_{나무} = \dfrac{1}{2}\rho_{물}$

$\Rightarrow \quad \rho_{나무} = \dfrac{1}{2}\rho_{물} = \dfrac{1}{2} \times (1000\,kg/m^3) = 500\,kg/m^3$

$\rho_{나무} V_{나무} g = \rho_{기름} V_{기름} g = \rho_{기름} \dfrac{4}{5} V_{나무} g$

$\Rightarrow \quad \rho_{기름} = \dfrac{5}{4}\rho_{나무} = \dfrac{5}{4}\left(\dfrac{1}{2}\rho_{물}\right) = \dfrac{5}{8}\rho_{물} = \dfrac{5}{8} \times (1000\,kg/m^3)$

$= 625\,kg/m^3$

$(\ \rho_{기름} = 625\,kg/m^3 \ )$

[2014년 1학기 기말고사 5번] - 예제 10.4, 연습문제 10.8, 10.9 참고

5. 물이 가득 차 있는 큰 통에 질량이 $0.2\,kg$인 스티로폼을 완전히 집어넣었더니 통에서 넘쳐 나온 물의 질량이 $5\,kg$이었다. 밀어 넣었던 힘을 제거하였을 때, 스티로폼의 전체 부피 중 물에 잠기지 않은 부분의 부피비는 얼마인가?

$V_{물체} = \dfrac{m_{물체}}{\rho_{물체}} = \dfrac{m_{유체}}{\rho_{유체}} = V_{유체}$

$\Rightarrow \quad \rho_{물체} = \dfrac{m_{물체}}{m_{유체}}\rho_{유체} = \dfrac{0.2\,kg}{5kg}\rho_{유체} = \dfrac{1}{25}\rho_{유체}$

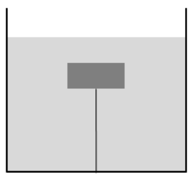
$\begin{cases} F_{중력} = m_{물체} g = \rho_{물체} V_{물체} g = \dfrac{1}{25}\rho_{유체} V_{물체} g \\ F_{부력} = m_{유체} g = \rho_{유체} V_{유체}{}' g \end{cases} \quad \Rightarrow \quad F_{중력} = F_{부력}$

$\Rightarrow \quad \dfrac{1}{25}\rho_{유체} V_{물체} g = \rho_{유체} V_{유체}{}' g \quad \Rightarrow \quad V_{유체}{}' = \dfrac{1}{25} V_{물체}$

$\Rightarrow \quad \dfrac{V_{물체} - V_{유체}{}'}{V_{물체}} = \dfrac{V_{물체} - \dfrac{1}{25}V_{물체}}{V_{물체}} = \dfrac{24}{25} \qquad (\ \dfrac{24}{25} \ )$

[2012년 1학기 기말고사 6번] - 연습문제 10.10 참고

6. 우측 그림과 같이 물이 담겨져 있는 그릇에 나무토막의 아래 끝을 실에 매달고 그 실의 다른 쪽 끝은 그릇의 밑바닥에 고정시켜 나무토막이 물 안에 떠 있게 하였다. 나무토막의 밀도를 $\rho_{나무}$, 물의 밀도를 $\rho_{물}$, 나무토막의 부피를 V, 중력가속도의 크기를 g라고 할 때, 실의 장력을 구하여라. (단, $\rho_1 < \rho_2$이다.)



$\Sigma F_y = B - T - W = m a_y = 0 \qquad < \ a_y = 0 \ >$

$T = B - W = m_{물} g - m_{나무} g = (m_{물} - m_{나무}) g \qquad < \ V_{물} = V_{나무} = V \ >$

$= (\rho_{물} V_{물} - \rho_{나무} V_{나무}) g$

$= (\rho_{물} V - \rho_{나무} V) g$

$= (\rho_{물} - \rho_{나무}) V g$

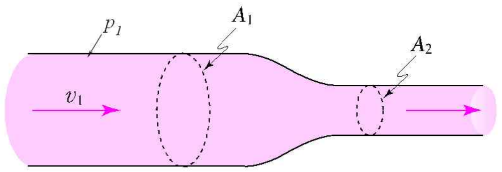
$(\ T = (\rho_{물} - \rho_{나무}) V g \ )$

<뒷 면에 단답형 문제 더 있음.>

[2014년 1학기 기말고사 6번] - 예제 10.8, 연습문제 10.18, 10.20 참고

[2006년 1학기 기말고사 주관식 2번]

7. 아래 그림과 같이 파이프를 따라 흐르는 비압축성 유체가 있다. 유체의 밀도는 ρ이고 파이프는 지면과 수평하다, 원 A_1의 반지름은 원 A_2의 반지름의 2배이다. A_1의 파이프 면에서 유체의 속력을 v_1, 압력을 p_1 이라고 하면 A_2의 파이프 면에서의 압력 p_2 를 p_1, ρ, v_1 으로 나타내시오.



$$A_1v_1 = A_2v_2 \quad \Rightarrow \quad v_2 = \frac{A_1}{A_2}v_1 = 4v_1$$

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \qquad (h_1 = h_2)$$

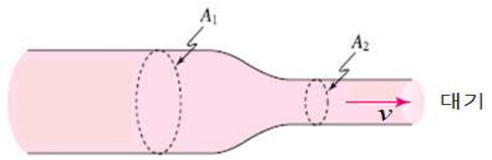
$$\Rightarrow \quad p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \Rightarrow \quad p_2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho\left(v_1^2 - v_2^2\right)$$

$$\Rightarrow \quad p_2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho\left\{v_1^2 - (4v_1)^2\right\} \quad \Rightarrow \quad p_2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho\left\{v_1^2 - 16v_1^2\right\}$$

$$\Rightarrow \quad p_2 = p_1 - \frac{15}{2}\rho v_1^2 \qquad \left(p_2 = p_1 - \frac{15}{2}\rho v_1^2 \right)$$

[2011년 1학기 기말고사 8번] - 예제 10.8, 연습문제 10.18, 10.20 참고

8. 그림과 같이 지면에 수평인 파이프를 따라 흐르는 비압축성 유체가 있다. 파이프에서 원 A_1의 반지름은 원 A_2의 반지름의 2배이다. 파이프의 유체는 v의 속력으로 대기 중으로 빠져 나간다. 이 경우 유체의 밀도를 ρ, 대기압을 P_0라고 할 때, A_1 파이프 면에서의 압력을 P_0, v, ρ를 이용하여 나타내어라.



$$\Rightarrow \quad p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \Rightarrow \quad p_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right)$$

$$\Rightarrow \quad p_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho\left\{v_2^2 - \left(\frac{1}{4}v_2\right)^2\right\} \quad \Rightarrow \quad p_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho\left\{v_2^2 - \frac{1}{16}v_2^2\right\}$$

$$\Rightarrow \quad p_1 = p_2 + \frac{15}{32}\rho v_2^2 = P_0 + \frac{15}{32}\rho v^2 \qquad \left(p_1 = P_0 + \frac{15}{32}\rho v^2 \right)$$

[2009년 1학기 기말고사 7번] - 예제 10.8 연습문제 10.19 참고

9. 그림과 같이 관의 지름이 d인 수도꼭지에서 물이 초기 속도 v로 끊임없이 흘러나와서 아래로 떨어지고 있다. 수도꼭지는 아래 방향을 향하고 있고, 수도꼭지에서 나오는 물줄기의 지름은 d이다. 수도꼭지에서 h 만큼 떨어진 곳에서 물줄기의 지름 d'은 얼마인가? (단, 공기의 저항은 무시하고, 물줄기는 끊어지거나 물방울로 되지 않는다고 가정한다.)

$$\begin{cases} A_1 = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2, & v_1 = v \\ A_2 = \pi\left(\frac{d'}{2}\right)^2, & v_2 = \sqrt{v^2 + 2gh} \end{cases} \qquad \text{< 자유낙하로 가정 >}$$

$$A_1v_1 = A_2v_2 \quad \Rightarrow \quad \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 v = \pi\left(\frac{d'}{2}\right)^2\sqrt{v^2 + 2gh}$$

$$\Rightarrow \quad d'^2 = \frac{d^2 v}{\sqrt{v^2 + 2gh}} = \frac{d^2}{\sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2}}} = d^2\left(1 + \frac{2gh}{v^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow \quad d' = d\left(1 + \frac{2gh}{v^2}\right)^{-\frac{1}{4}} \qquad \left(d' = d\left(1 + \frac{2gh}{v^2}\right)^{-\frac{1}{4}} \right)$$

[2013년 & 2008년 1학기 기말고사 6번] - 예제 10.7 연습문제 10.14 참고

10. 질량이 $1200\,kg$인 비행기가 있다. 비행기의 날개 위쪽 공기의 속력이 $30\,m/s$ 이고 아래쪽 공기의 속력이 $20\,m/s$일 때, 비행기가 자신의 무게를 극복하고 공중으로 부양하기 위해서는 비행기 날개의 면적이 얼마 이상이어야 하는가? (단, 공기의 밀도는 $1.2\,kg/m^3$이고, 중력가속도의 크기는 $10\,m/s^2$이다.)

$$F_g = mg = (1200\,kg) \times (10\,m/s^2) = 12000\,kg \cdot m/s^2 = 12000\,N$$

$$P_{위} + \frac{1}{2}\rho v_{위}^2 + \rho g h_{위} = P_{아래} + \frac{1}{2}\rho v_{아래}^2 + \rho g h_{아래} \qquad \langle\ h_{위} \approx h_{아래}\ \rangle$$

$$\Rightarrow \quad \Delta P = P_{아래} - P_{위} = \frac{1}{2}\rho\left(v_{위}^2 - v_{아래}^2\right)$$

$$F_{양} = A\Delta P = \frac{1}{2}A\rho\left(v_{위}^2 - v_{아래}^2\right)$$

$$= \frac{1}{2}A \times (1.2\,kg/m^3) \times \left\{(30\,m/s)^2 - (20\,m/s)^2\right\} = (300\,kg/m \cdot s^2)A$$

$$\Rightarrow \quad (300\,kg/m \cdot s^2)A \geq 12000\,N \quad \Rightarrow \quad A \geq \frac{12000\,kg \cdot m/s^2}{300\,kg/m \cdot s^2} = 40\,m^2$$

$$\left(A \geq 40\,m^2 \right)$$

[2011년 1학기 기말고사 7번] - 예제 10.7 연습문제 10.14 참고

11. 사무실 창의 크기가 $2.0\,m \times 1.0\,m$ 이다. 창 바깥쪽에서 바람의 속력이 $20\,m/s$이고 창 안에는 바람이 불지 않을 때, 창에 작용하는 힘의 크기를 구하여라. (단, 공기의 밀도는 $1.2\,kg/m^3$이다.)

$$P_{안} + \frac{1}{2}\rho v_{안}^2 + \rho g h_{안} = P_{밖} + \frac{1}{2}\rho v_{밖}^2 + \rho g h_{밖} \qquad \langle\ h_{안} \approx h_{밖}\ \rangle$$

$$\Rightarrow \quad P_{안} + \frac{1}{2}\rho v_{안}^2 = P_{밖} + \frac{1}{2}\rho v_{밖}^2 \qquad \langle\ v_{안} = 0\,m/s\ \rangle$$

$$\Rightarrow \quad \Delta P = P_{밖} - P_{안} = -\frac{1}{2}\rho v_{밖}^2 = -\frac{1}{2} \times (1.2\,kg/m^3) \times (20\,m/s)^2$$

$$= -240\,kg/m \cdot s^2 = -240\,N/m^2 = -240\,Pa$$

(-부호는 밖의 압력이 더 낮다는 의미)

$$P = \frac{F}{A} \quad \Rightarrow \quad F = AP = (2.0\,m^2) \times (-240\,N/m^2) = -480\,N$$

(-부호는 힘이 안에서 밖으로 향하는 방향이라는 의미)

$$\left(|F| = 480\,N \right)$$

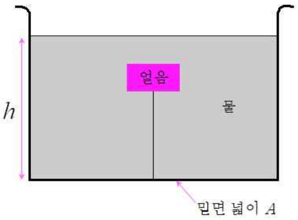
<뒷 면에 주관식 문제 있음.>

[주의 사항] 주관식 문제는 상세한 풀이과정이 없으면 영점처리 됩니다.

[2014년 1학기 기말고사 주관식 2번] - 예제 10.5, 연습문제 10.10 참고

[주관식 1] [10점]

밑면의 넓이가 A인 수조에 물이 담겨 있다. 부피가 V_i인 얼음을 실에 매고, 그 실의 다른 쪽 끝은 그릇의 밑바닥에 고정시켜 얼음이 중간에 떠 있게 하였다. 이때, 아래 물음에 답하시오. (물과 얼음의 밀도는 각각 ρ_w와 ρ_i이며, 실의 무게는 무시한다.)



(1) 초기 얼음이 녹지 않았을 때, 실의 장력을 구하시오. [5점]

$$\Sigma F_y = B - m_i g - T = m_i a_y = 0 \quad \Rightarrow \quad T = B - m_i g$$

$$\Rightarrow \quad T = m_w g - m_i g = \rho_w V_w g - \rho_i V_i g \qquad < V_w = V_i >$$

$$= \rho_w V_i g - \rho_i V_i g = (\rho_w - \rho_i) V_i g$$

(2) 얼음이 모두 녹아 물로 바뀌면 물의 수위의 변화 Δh를 구하시오. [5점]

$$(\text{녹기 전}) \quad m_i = \rho_i V_i = \rho_w V_w = m_w \quad (\text{녹은 후}) \quad \Rightarrow \quad V_w = \frac{\rho_i}{\rho_w} V_i$$

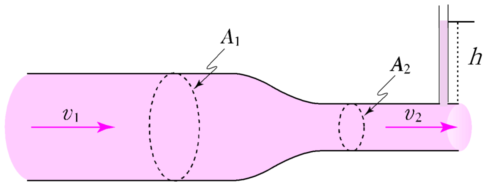
$$\Delta V = V_w - V_i = \frac{\rho_i}{\rho_w} V_i - V_i = \left(\frac{\rho_i}{\rho_w} - 1\right) V_i$$

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{A} = \frac{V_w - V_i}{A} = \frac{1}{A}\left(\frac{\rho_i}{\rho_w} V_i - V_i\right) = \left(\frac{\rho_i}{\rho_w} - 1\right)\frac{V_i}{A}$$

[2010년 1학기 기말고사 주관식 2번] - 예제 10.8, 연습문제 10.18, 10.20 참고

[주관식 2] [20점]

아래 그림과 같이 지면과 평행하게 놓여있는 파이프를 따라 비압축성의 유체가 흐르고 있다. 유체의 밀도는 $1000\,kg/m^3$이고, 파이프에서 원 A_1의 반지름은 원 A_2의 반지름의 2배이다. (단, 대기압은 $1.0 \times 10^5\,Pa$이고 중력가속도의 크기는 $10\,m/s^2$이다. 또한, 파이프의 반지름은 h에 비해 무시할 수 있다.)



(1) $v_1 = 2\,m/s$라고 할 때, v_2는 얼마인가? [6점]

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\Rightarrow \quad v_2 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right) v_1 = \left(\frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}\right) v_1 = \left(\frac{\pi (2r_2)^2}{\pi r_2^2}\right) v_1 = 4 v_1 = 4 \times (2\,m/s) = 8\,m/s$$

(2) A_1의 파이프 면에서의 압력이 $1.5 \times 10^5\,Pa$이라고 하면, A_2의 파이프 면에서의 압력은 얼마인가? [7점]

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g H_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g H_2 \qquad \text{관 중심의 높이} \langle\ H_1 = H_2\ \rangle$$

$$\Rightarrow \quad p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \Rightarrow \quad p_2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho\left(v_1^2 - v_2^2\right)$$

$$\Rightarrow \quad p_2 = (1.5 \times 10^5\,Pa) + \frac{1}{2} \times (1000\,kg/m^3) \times \{(2\,m/s)^2 - (8\,m/s)^2\}$$

$$= (1.5 \times 10^5\,Pa) + (-0.3 \times 10^5\,Pa) = 1.2 \times 10^5\,Pa$$

(3) 그림에서와 같이 유체가 A_2면을 지나가는 경로에서 파이프 윗면에 수직 방향으로 관을 설치했더니 유체가 수직관을 따라 상승했다. 이때, 유체가 올라간 높이 h를 구하여라. [7점]

$$p_2 = P_0 + \rho g h \quad \Rightarrow \quad h = \frac{p_2 - P_0}{\rho g} = \frac{(1.2 \times 10^5\,Pa) - (1.0 \times 10^5\,Pa)}{(1000\,kg/m^3) \times (10\,m/s^2)}$$

$$\Rightarrow \quad h = \frac{p_2 - P_0}{\rho g} = \frac{(1.2 \times 10^5\,Pa) - (1.0 \times 10^5\,Pa)}{(1000\,kg/m^3) \times (10\,m/s^2)}$$

$$= \frac{2.0 \times 10^4\,Pa}{1.0 \times 10^4\,N/m^3} = 2\,m$$

<뒷 면에 주관식 문제 더 있음.>

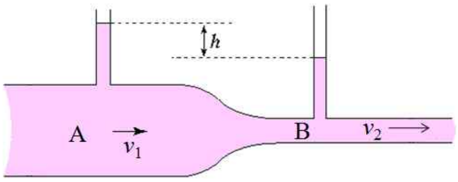
[주의 사항] 주관식 문제는 상세한 풀이과정이 없으면 영점처리 됩니다.

[2015년 1학기 기말고사 주관식 1번]

[2012년 1학기 기말고사 주관식 2번] - 예제 10.8, 연습문제 10.18, 10.20 참고

[주관식 3] [15점]

아래 그림과 같이 파이프를 따라 흐르는 비압축성 유체가 있다. 유체의 밀도는 ρ로 일정하고 파이프는 지면과 수평하다. A지점에서 파이프의 단면적은 B지점에서 파이프의 단면적의 5배이다. 파이프의 A지점과 B지점에 각각 수직관을 두었더니 두 수직관에서 높이 차이가 h가 되었다. 이때, 다음 질문들에 답하여라. (단, 수직관의 단면적은 파이프의 단면적에 비해 무시할 수 있다고 가정한다.)



(1) B지점에서 유체의 속력 v_2는 A지점에서의 속력 v_1의 몇 배인가? [5점]

$$A_A v_A = A_B v_B \quad \Rightarrow \quad v_B = \left(\frac{A_A}{A_B}\right) v_A = 5v_1$$

(2) A지점에서 유체의 압력을 p라고 할 때, B지점에서 유체의 압력을 p, v_1, ρ를 이용하여 나타내어라. [5점]

$p_A = P_0 + \rho g h_A, \qquad p_B = P_0 + \rho g h_B$

$\Rightarrow \quad \Delta p = p_A - p_B = (P_0 + \rho g h_A) - (P_0 + \rho g h_B) = \rho g h_A - \rho g h_B = \rho g h$

(수직관의 높이 차가 주는 압력 차)

$p_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g H_A = p_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho g H_B$ 관 중심의 높이 〈 $H_A = H_B$ 〉

$\Rightarrow \quad p_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 = p_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 \quad \Rightarrow \quad p_B = p_A + \frac{1}{2}\rho\left(v_A^2 - v_B^2\right)$

$\Rightarrow \quad p_B = p + \frac{1}{2}\rho\left\{v_1^2 - (5v_1)^2\right\} = p - 12\rho v_1^2$

(3) v_1을 수직관의 높이 차이 h와 중력가속도의 크기 g를 이용하여 나타내어라. [5점]

$\Rightarrow \quad \Delta P = p - p_B = p - \left(p - 12\rho v_1^2\right) = 12\rho v_1^2 = \rho g h \quad \Rightarrow \quad v_1 = \sqrt{\frac{gh}{12}}$

<수고하셨습니다.>