

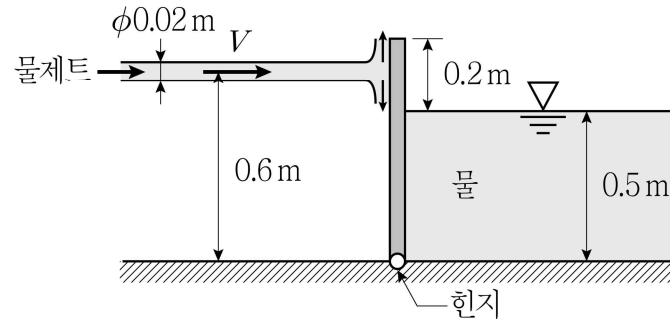
유체역학

2021년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

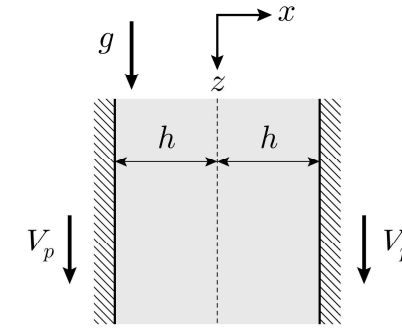
성명 :

제 1 문. 그림과 같이 폭 1m, 높이 0.7m인 수문이 바닥에 힌지(hinge)로 고정되어 있다. 수문의 오른쪽은 0.5m 깊이의 물이 있고 왼쪽에는 높이가 0.6m인 위치에 지름 0.02m의 물제트가 수문에 수직으로 부딪히고 있다. 다음 물음에 답하시오. (단, 원주율 π 는 3.14, 중력가속도 g 는 9.8m/s^2 로 계산한다) (총 10점)



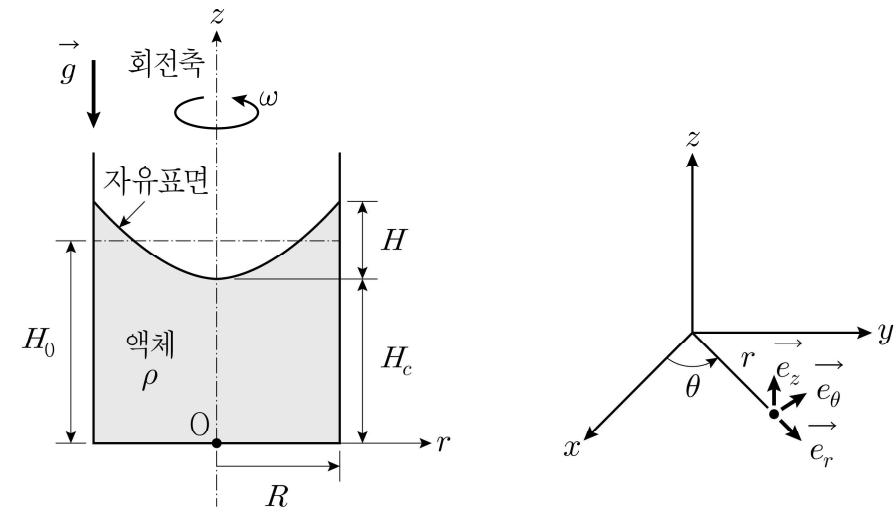
- 1) 수문에 가해지는 물제트에 의한 수평방향의 힘 F_{Jet} 와 수압에 의한 수평방향의 힘 F_H 를 물의 밀도 ρ 와 속도 V 에 대한 식으로 나타내시오. (5점)
- 2) 수문을 수직으로 유지하기 위한 물제트의 속도 V 를 구하시오. (5점)

제 2 문. 그림과 같이 $2h$ 만큼 떨어져 있는 두 평판 사이에 일정한 밀도(ρ)와 동역학적 점성계수(dynamic viscosity, μ)를 가진 뉴턴유체가 z 축 방향으로 흐른다. 두 평판은 z 축 방향으로 같은 속도 V_p 로 동시에 움직인다. 다음 물음에 답하시오. (단, 중력가속도 g 는 z 축 방향으로 작용하며, 유체의 압력(p)은 z 축 방향으로만 변화하고 ($\frac{\partial p}{\partial x} = 0$) 유체의 운동은 정상상태, 완전발달, 비압축성, 이차원, 층류 유동이다) (총 10점)



- 1) 임의의 압력구배 $\frac{\partial p}{\partial z}$ 가 주어졌을 때, z 축 방향의 유체 속도 $w(x)$ 와 평판사이의 단위 깊이당 유량을 구하시오. (4점)
- 2) 평판의 속도 $V_p = 0$ 이고, 압력구배가 $\frac{\partial p}{\partial z} = \frac{\rho g}{2}$ 로 주어질 때, $w(x)$ 의 최댓값을 구하시오. (3점)
- 3) 압력구배가 $\frac{\partial p}{\partial z} = -\frac{\rho g}{2}$ 일 때, 유량이 0이 되기 위한 평판 속도 V_p 를 구하시오. (3점)

제 3 문. 그림과 같이 반지름이 R 인 원통형 용기에 담긴 액체가 일정한 각속도 ω 로 회전을 한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 용기 내부의 액체는 강체처럼 운동하며 전단응력이 작용하지 않고 회전 중에 용기 외부로 넘치지 않으며, 그림에서 H_0 는 회전하기 전 평형상태에서의 액체의 높이를 나타낸다) (총 15점)



- 일반적으로 차원해석을 통해 무차원수를 얻을 수 있다. 차원해석의 목적에 대해서 간략히 언급하고, 차원의 동차성에 대하여 서술하시오. (3점)
- 그림에서 높이차 H 는 각속도 ω , 액체의 밀도 ρ , 중력가속도 크기 g , 용기의 반지름 R 의 함수로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$H=f(\omega,g,R,\rho)$$

이때 버킹엄(Buckingham) Π 정리를 이용하여 무차원수 2개를 구하고, 각 무차원수의 물리적 의미에 관해 서술하시오. (단, 반복변수는 ω, R, ρ 를 이용한다) (5점)

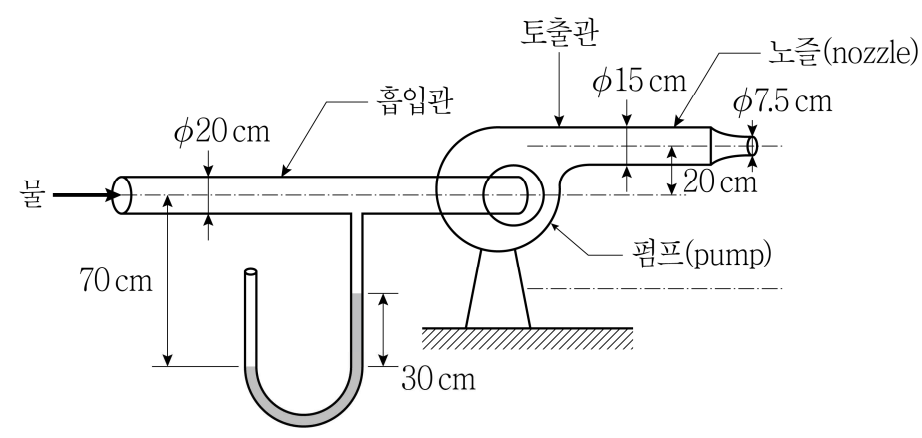
- 그림에서 보여주는 강체 회전유동에 대해서 압력변화의 각 성분은 다음과 같이 표현할 수 있다. 이때 자유표면과 접하는 대기의 압력은 1기압으로 일정하다.

$$\frac{\partial P}{\partial r}\vec{e}_r=\rho r\omega^2\vec{e}_r,\frac{\partial P}{\partial \theta}\vec{e}_\theta=0,\frac{\partial P}{\partial z}\vec{e}_z=-\rho g\vec{e}_z$$

위 식에서 P 는 압력, r 은 반지름 방향 좌표, θ 는 원주 방향의 좌표, z 는 원통 축 방향의 좌표이다. 이 방정식을 사용하여, H 와 H_c 에 대한 식을 결정하시오. 또한 2)에서 구한 2개의 무차원수를 다음과 같은 상관식으로 표현할 수 있음을 보이고, 이때 상수 m 과 n 을 구하시오. (7점)

$$\Pi_1=m\Pi_2^n$$

제 4 문. 그림과 같이 펌프를 통해 물을 공급하려고 한다. 직경 20cm인 펌프 흡입관의 압력을 그림과 같이 U자관으로 재었더니 수은주로 30cm가 측정되었다. 펌프의 수두는 10m로 주어졌으며, 흡입 및 토출관 내에서 발생하는 총 압력손실수두가 1.5m로 나타났다. 다음 물음에 답하시오. (단, 펌프 내의 제반손실은 모두 무시하고, 관내 유동은 1차원 정상 균일유동으로 가정한다. 또한, 원주율은 3.14, 수은의 비중은 13.6, 물의 비중량은 $1,000\text{ kgf/m}^3$, 중력가속도는 9.8 m/s^2 로 계산하고, U자관의 다른 한쪽은 대기압에 접해 있으며, kgf 는 공학단위계에서 힘을 나타낸다. 모든 계산결과는 반올림하여 소숫점 3자리로 나타낸다) (총 15점)



- 1) 흡입관에서의 정압[kgf/m^2]을 구하시오. (5점)
- 2) 직경 7.5 cm인 노즐 출구에서의 분출유량[ℓ/s]을 구하시오. (5점)
- 3) 흡입 및 토출관 내에서 발생하는 압력손실수두가 없을 경우, 펌프의 구동동력 [HP]을 구하시오. (5점)

인사혁신처 시험출제과장