

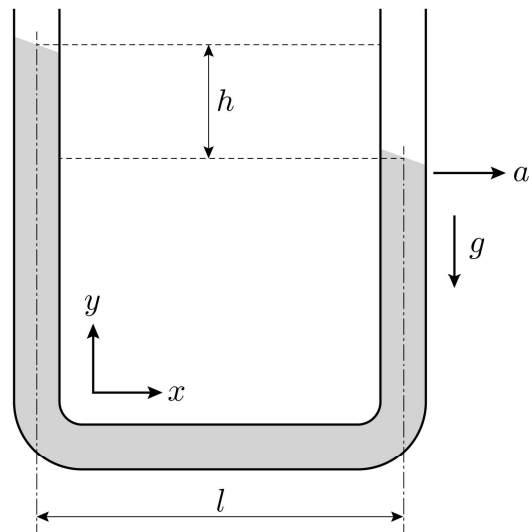
유체역학

2019년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

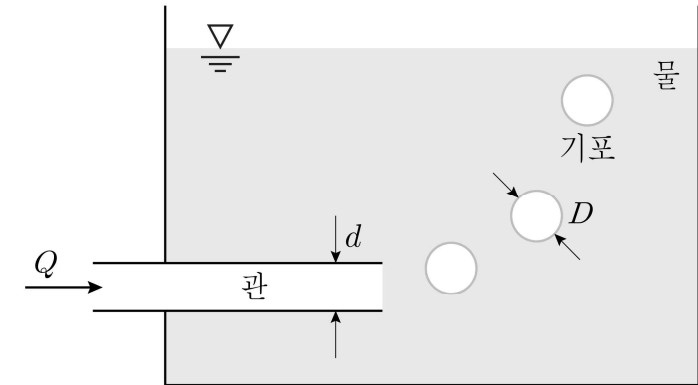
성명 :

제 1 문. 그림과 같이 양 끝이 대기로 열려 있는 U자 형태의 관에 밀도가 ρ 인 유체가 채워져 있다. 이 관 전체가 그림에 표시된 방향으로 일정한 가속도 a 로 운동할 때, 관 양쪽의 수면에 h 만큼 높이 차이가 발생되었다. 양쪽 관 사이의 거리는 l 이고, 중력가속도의 크기는 g 이며, 방향은 그림과 같다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)



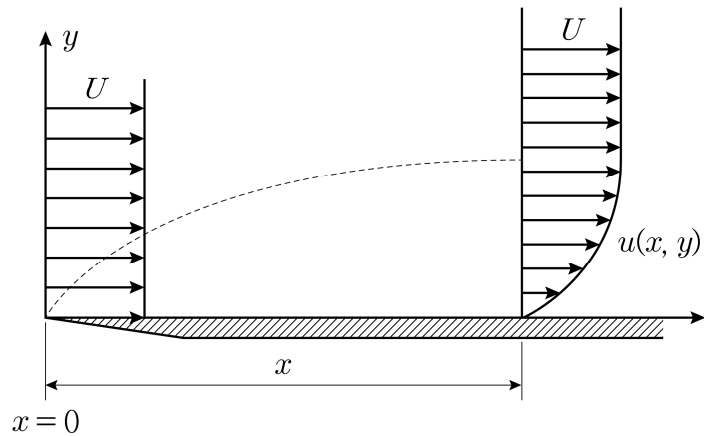
- 1) 그림에 표시된 좌표계를 사용하여 유체 내부의 압력 구배 $\nabla p = \left(\frac{\partial p}{\partial x}, \frac{\partial p}{\partial y} \right)$ 를 구하시오. (5점)
- 2) 가속도 a 를 h , l , g 의 함수로 표현하시오. (5점)

제 2 문. 그림과 같이 물속에 있는 관에서 기포가 방출되고 있다. 기포 지름 D 는 공기 유량 Q , 관의 지름 d , 중력가속도 g , 유체의 밀도 ρ , 그리고 표면장력 σ 의 함수로 가정한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 관에서 방출된 기포의 지름은 일정하다) (총 15점)



- 1) 이 상황에 적합한 무차원 변수들을 찾고, 함수의 형태로 나타내시오. (10점)
- 2) 모델과 원형은 동일한 유체를 사용하나, 모델은 표준상태 1기압에서 작동되고, 원형은 중력가속도가 모델보다 5배 큰 상황에서 작동된다. 원형의 관 지름이 0.6 cm , 유량이 $3.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ 일 경우, 모델의 관 지름과 유량을 구하시오. (5점)

제 3 문. 그림은 평판 위에서 정상상태의 비압축성 점성 유동에 의해서 경계층(boundary layer)이 형성되는 모습을 나타낸다. U 는 평판 전방의 자유 유동의 속도, $\delta(x)$ 는 x 지점에서의 경계층의 두께, $u(x, y)$ 는 경계층 내부의 속도를 나타낸다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)



1) 평판의 맨 앞에서부터 x 지점까지 평판이 받는 항력 D 와 운동량 두께(momentum thickness) θ 는 다음과 같은 관계식을 가진다. ρ 는 유체의 밀도이고, b 는 z 축 방향 평판의 너비이다.

$$D(x) = \rho b \int_0^{\delta(x)} u(U - u) dy, \quad \theta(x) = \int_0^{\delta(x)} \frac{u}{U} \left(1 - \frac{u}{U}\right) dy$$

이때, x 방향으로의 운동량 두께의 변화율 $\left(\frac{d\theta}{dx}\right)$ 과 평판이 받는 전단응력(τ_w) 사이의 관계식을 구하시오. (5점)

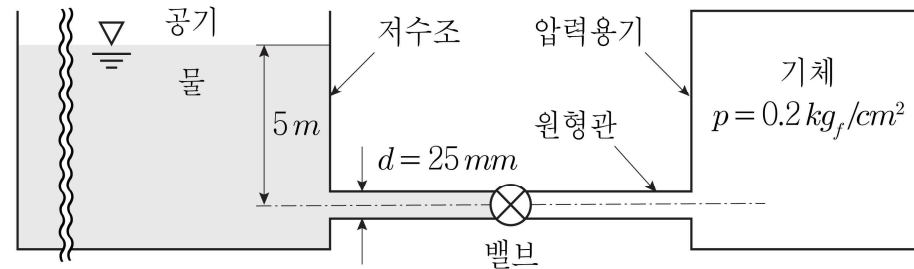
2) 경계층 내부의 속도 분포가 다음과 같다고 가정하자.

$$u(x, y) = U \left(\frac{2y}{\delta} - \frac{y^2}{\delta^2} \right), \quad 0 \leq y \leq \delta(x)$$

위 식과 1)의 결과를 이용하여 $\frac{\delta}{x}$ 를 레이놀즈 수(Reynolds number)의 함수로 나타내시오. (단, 레이놀즈 수를 정의할 때, 대표길이로는 x 를 사용한다) (7점)

3) 표면 마찰계수 c_f 는 $c_f = \frac{2\tau_w}{\rho U^2}$ 로 정의된다. 2)의 결과를 이용하여 표면 마찰계수를 레이놀즈 수의 함수로 나타내시오. (3점)

제 4 문. 그림과 같이 물이 채워져 있는 큰 저수조와 어떤 기체만 채워져 있는 밀폐된 압력용기가 지름 25 mm 인 원형관으로 연결되어 있고, 원형관의 가운데에는 밸브가 설치되어 있다. 최초 밸브가 닫혀 있을 때, 원형관의 중심을 기준으로 저수조에는 물이 5 m 채워져 있고, 압력용기 내 기체의 계기 압력(gauge pressure)은 $0.2\text{ kg}_f/\text{cm}^2$ 이다. 밸브를 열면, 저수조의 물이 압력용기 내로 유입되기 시작한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 저수조 수위는 일정하게 유지되고, 물의 유입에 따른 압력용기 내 압력증가는 무시한다. 모든 수두손실은 0이며, 원형관 내 유동은 1차원 균일유동으로 간주한다. 그리고 물의 비중량은 $1,000\text{ kg}_f/\text{m}^3$, 중력가속도는 9.8 m/s^2 이다) (총 10점)



- 1) 밸브를 개방한 직후, 원형관 내에 흐르는 물의 유량은 몇 ℓ/s 인지 구하시오. (5점)
- 2) 물이 압력용기로 더 이상 흐르지 않으려면, 물이 압력용기에 원형관의 중심을 기준으로 몇 m 가 채워져 있어야 하는지를 구하시오. (5점)

인사혁신처 시험출제과장