

전달현상

문 1. 내경이 2 cm이고 길이가 10 m인 관은 원통관 내부로, 밀도가 1 g/cm^3 이고 점도가 $0.004 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 인 뉴턴유체가 평균 속도 0.32 m/s 로 흐르고 있을 때, Fanning의 마찰계수는?

- ① 0.001
- ② 0.002
- ③ 0.01
- ④ 0.02

문 2. 정상상태에서 원통관 내부를 흐르는 뉴턴유체의 층류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 원통관 내부 중심의 유체속도는 평균 유체속도의 1.5배이다.
- ② 유체속도 분포는 포물선형이다.
- ③ 일반적으로 Reynolds 수는 2,100 미만이다.
- ④ 원통관 내부 중심에서의 전단응력은 0이다.

문 3. 내벽이 50°C , 외벽이 10°C 이고, 두께가 10 cm, 전열면적이 10 m^2 인 구조물의 벽을 통한 일차원 정상상태 열전달률[kW]은? (단, 벽의 열전도도는 $0.5 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ 이다)

- ① 0.02
- ② 0.2
- ③ 2
- ④ 20

문 4. 확산에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 확산계수는 농도기울기에 비례한다.
- ② 다단증류공정은 등물확산(equimolar counterdiffusion)을 이용한 것이다.
- ③ 증발이나 기체흡수공정에서는 한 방향 확산(one-way diffusion)이 일어난다.
- ④ 대부분의 혼합물 분리공정은 확산현상을 이용한 것이다.

문 5. 난류에서 강제대류(forced convection)에 의한 열전달을 해석하는데 사용되는 무차원수가 아닌 것은?

- ① Stanton 수
- ② Reynolds 수
- ③ Schmidt 수
- ④ Nusselt 수

문 6. 메탄을 30 mol%와 물 70 mol%의 혼합물을 증류하여 메탄을 함량 90 mol%인 상부의 유출액과 메탄을 함량 10 mol%인 하부의 관출액으로 분리하고자 한다. 유출액 100 kmol/hr 을 얻기 위해 필요한 혼합물 공급액의 양[kmol/hr]은?

- ① 100
- ② 200
- ③ 300
- ④ 400

문 7. 대류 열전달에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① Prandtl 수가 1보다 클 때 열경계층은 유체동력학적 경계층보다 얇다.
- ② 물의 Prandtl 수는 공기의 Prandtl 수보다 크다.
- ③ Prandtl 수는 열확산계수에 대한 운동량확산계수의 비이다.
- ④ 액상금속은 열전도도가 높기 때문에 매우 높은 Prandtl 수를 갖는다.

문 8. 유리관의 일부가 수면에 수직으로 잠겨 있다. 유리관-물-공기 접촉선에 작용하는 표면장력(σ)에 의한 힘은 $2\pi r\sigma\cos\theta$ 이다. 모세관 현상에 의해 반경(r)이 1.0 mm인 유리관 내부로 올라온 물의 높이[cm]는? (단, 물-공기의 표면장력(σ)은 0.074 N/m , 접촉각(θ)은 0° 이고, 중력가속도는 9.8 m/s^2 , 물의 밀도는 1.0 g/cm^3 , 공기의 밀도는 무시한다)

- ① 약 0.2
- ② 약 1.5
- ③ 약 3.0
- ④ 약 5.0

문 9. 아래 π 가 나타내는 무차원 수는?

$$\pi = D^a k^b \mu^c v^d \rho$$

(단, D는 유체가 지나는 관의 지름, k는 유체의 열전도도, μ 는 유체의 점도, v는 유체의 속도, ρ 는 유체의 밀도이다)

- ① Stanton 수
- ② Nusselt 수
- ③ Reynolds 수
- ④ Prandtl 수

문 10. 크기가 가로 80 cm, 세로 100 cm, 두께가 5 cm인 평판의 넓은 한 면을 가열하고 반대 면은 벌크온도 25°C 공기와 접하고 있다. 정상상태에서 공기와 접하는 평판 면의 표면온도는 150°C 이다. 평판의 열전도도는 $12.5 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ 이고 평판 면에서 공기로의 대류열전달 계수는 $30 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ 이다. 또한, 공기와 접하는 평판 면에서 복사에 의해 50 W의 열이 손실된다면 평판의 두께방향으로 온도차[$^\circ\text{C}$]는? (단, 평판내부의 열전달은 일차원 두께방향으로 일어난다)

- ① 12
- ② 12.2
- ③ 14.75
- ④ 15.25

문 11. 난류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 층류에 비해 운동에너지의 소모가 크다.
- ② 물질의 확산이나 섞임 현상이 활발하다.
- ③ 관성력의 영향이 점성력의 영향에 비해 훨씬 클 때 일어난다.
- ④ 난류가 시작되는 Reynolds 수는 항상 일정하다.

문 12. 이성분계의 확산을 유발하는 원인으로 옳지 않은 것은?

- ① 농도의 차이
- ② 점도의 차이
- ③ 온도의 차이
- ④ 압력의 차이

문 13. 항력계수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 압축성 유체에서 Mach 수가 0.6 이상일 경우에는 Mach 수에 따라 항력계수가 증가한다.
- ② Stokes 법칙이 적용될 때 구의 항력계수는 $C_D = 24/(\text{Reynolds 수})$ 로 나타낸다.
- ③ 비압축성 유체 중에서 매끈한 고체의 항력계수는 Reynolds 수와 형상비(shape ratio)에 따라 달라진다.
- ④ Reynolds 수가 2,100 미만이면 구에 대한 항력은 Stokes 법칙을 적용할 수 있다.

문 14. 유체 A가 원통관 내를 흘러가고 있을 때 Reynolds 수는 100이다. 점도가 유체 A의 2배인 유체 B가 유체 A의 4배의 질량유량[kg/s]으로 같은 원통관 내를 흘러가고 있을 때 유체 B의 Reynolds 수는?

- ① 100
- ② 200
- ③ 400
- ④ 800

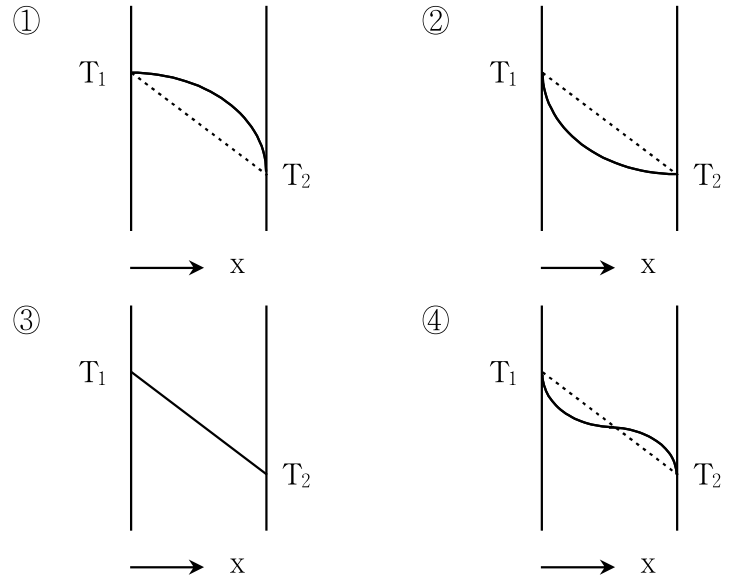
문 15. 충전탑(packed tower)을 이용한 기체흡수 장치에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 충전물(packing material)은 단위 부피당 표면적이 커야 한다.
- ② 충전물의 지름에 대한 흡수탑의 지름의 비가 작으면 편류(channeling)가 줄어든다.
- ③ 기체와 액체의 속도를 낮추면 물질전달 속도가 감소한다.
- ④ 충전탑의 범람속도(flooding velocity)는 충전물의 종류와 크기 및 액체 질량속도에 의존한다.

문 16. 점도가 매우 높은 비전도성 액체 내부에서 전하를 띤 구형 입자가 전기장에 의해 움직이고 있다. 전기장 내에서 입자에 가해지는 전기적인 힘은 전하의 양과 전기장 세기의 곱으로 정의된다. 전하의 양은 입자의 표면적에 비례하고 입자주위의 액체 유동은 점도의 영향이 지배적인 Stokes 유동일 때, 입자의 이동속도와 입자의 반경의 상관관계는? (단, 중력의 영향은 무시한다)

- ① 이동속도는 반경과 관계없다.
- ② 이동속도는 반경에 반비례한다.
- ③ 이동속도는 반경에 비례한다.
- ④ 이동속도는 반경의 제곱에 비례한다.

문 17. 양면이 각각 일정한 온도 T_1 과 T_2 로 유지되고 있는 수직 평판에서 수평 방향으로 1차원 정상상태 열전도가 일어나고 있다. 평판의 열전도도(k)는 온도(T)의 1차 함수 $k = k_0(1 + \beta T)$ 로 표시될 수 있고, 온도가 올라갈 때 열전도도는 증가한다. 평판에서의 온도 분포를 가장 잘 도시한 것은? (단, k_0 , β 는 상수, $T_1 > T_2$ 이고, 점선은 T_1 과 T_2 를 선형으로 연결한 안내선을 의미한다)



문 18. 질소기체가 평판 형태의 드라이아이스 위를 흐르고 있다. 질소에 노출된 드라이아이스의 표면적은 $1 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ 이다. 드라이아이스는 정상상태에서 질소 속으로 $2 \times 10^{-4} \text{ mol/s}$ 로 승화한다. 질소온도는 250 K이고 드라이아이스 표면에서 이산화탄소 분압은 $8.314 \times 10^3 \text{ Pa}$ 이다. 흐르는 질소 속으로 승화하는 이산화탄소의 물질전달계수 [m/s]는? (단, 기체상수는 $8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{mol} \cdot \text{K}$ 이고, 드라이아이스 표면으로부터 멀리 떨어진 질소 중 이산화탄소 농도는 0 mol/m^3 으로 가정한다)

- ① 0.05
- ② 0.15
- ③ 0.2
- ④ 0.25

문 19. 기체분자가 평균자유이동거리보다 아주 작은 다공질 막의 원통형 기공 속에서 확산하고 있다. 기체의 확산계수와 압력(P)의 상관관계는?

- ① 기체의 확산계수는 P 에 비례한다.
- ② 기체의 확산계수는 $P^{1/2}$ 에 비례한다.
- ③ 기체의 확산계수는 $P^{-1/2}$ 에 비례한다.
- ④ 기체의 확산계수는 P 와 관계없다.

문 20. 고분자막의 두께가 0.2 mm이고 막 양쪽의 수소압력은 각각 7 bar와 2 bar로 유지되고 있다. 고분자막 내에서의 수소 확산계수는 $10.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ 이다. 고분자막의 수소용해도는 $2.0 \times 10^{-3} \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{bar}$ 이다. 1차원 정상상태 확산에서 고분자막을 통한 수소의 질량유속(mass flux)은? (단, 수소는 Henry의 법칙을 따르고 계면에서는 평형상태로 가정한다)

- ① $1 \times 10^{-8} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$
- ② $1 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$
- ③ $1 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$
- ④ $1 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$