

전달현상

문 1. 물이 반지름 1 cm인 파이프와 반지름 2 cm인 파이프로 만들어진 동심원 파이프의 환상 공간을 흐를 때, 수력학적 지름(hydraulic diameter) [cm]은? (단, 물은 반지름이 작은 파이프의 외부와 반지름이 큰 파이프의 내부로 되어 있는 수로의 모든 단면과 접촉하면서 흘러가고, 파이프의 두께는 고려하지 않는다)

- ① 0.5
- ② 1.0
- ③ 1.5
- ④ 2.0

문 2. x -축 방향으로 충분히 긴, 내경 2 cm인 원형 파이프 내를 어떤 유체가 층류로 흐르고 있다. 이 유체의 점도는? (단, 유체는 뉴튼성 유체, 유량 Q 는 $(\pi/128) \text{ cm}^3/\text{s}$, 압력강하구배 $\frac{dP}{dx}$ 는 1 dyne/cm³이다)

- ① 8 Pa s
- ② 16 poise
- ③ 8 poise
- ④ 4 centi-poise

문 3. 전단응력(τ_v)과 전단율($\frac{du}{dy}$)의 관계를 다음 식과 같이 나타낼 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, A는 상수, K는 흐름 일관성지수, n은 흐름 거동지수이다)

$$\tau_v = A + K \left(\frac{du}{dy} \right)^n$$

- ① $A = 0$ 이고, $n = 1$ 이면 뉴튼성 유체이다.
- ② $A = 0$ 이고, $n = 2$ 이면 팽창성 유체이다.
- ③ $A \neq 0$ 이고, $n = 0.5$ 이면 유사 가소성 유체이다.
- ④ $A \neq 0$ 이고, $n = 1$ 이면 Bingham 가소성 유체이다.

문 4. 교반되는 물 속에 어느 기체(확산계수 $D_{AB} = 6 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$)를 흡수시키는 실험을 하였더니 평균물질전달계수가 $1.2 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 로 나타났다. 경막 이론(film theory)에 의해 예측된 경막 두께 [μm]는?

- ① 5
- ② 50
- ③ 500
- ④ 5,000

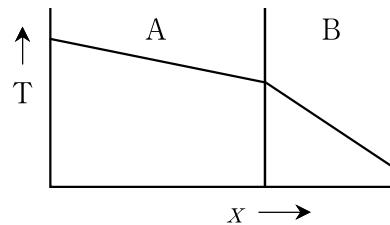
문 5. 반경이 R 인 원형관 안으로 유체가 흐른다. 원형관 안에서의 속도 분포가 $u(r) = 1 - \frac{r}{R}$ (r 는 관의 중심으로부터의 거리)로 표현될 때, 유체의 평균 속도는? (단, 유체의 밀도는 일정하다)

- ① $\frac{1}{2}$
- ② $\frac{1}{3}$
- ③ $\frac{1}{4}$
- ④ $\frac{1}{5}$

문 6. 온도가 1,090 K인 흑체 A의 방사력은 80 kW/m^2 이고, 이 흑체의 방사력이 최대가 되는 파장(λ_{\max})은 $2.2 \mu\text{m}$ 이다. 다른 온도를 갖는 흑체 B의 방사력이 5 kW/m^2 이라면, 흑체 B의 λ_{\max} [μm]는?

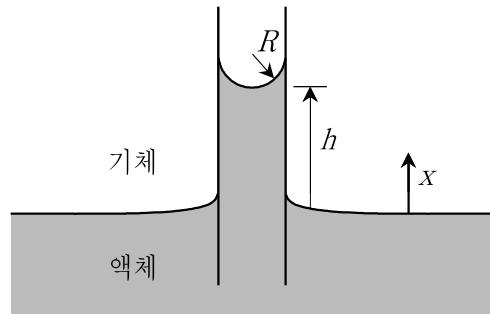
- ① 3.6
- ② 4.0
- ③ 4.4
- ④ 4.8

문 7. 어떤 두 물질 A와 B로 이루어진 단열재의 두께에 따른 정상상태 온도구배(temperature gradient)가 다음과 같다. 열전도도와 단열 효과에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 두 물질의 단열효과는 그림에서 주어진 두께만큼의 물질을 사용한 경우에 대하여 비교 한다)



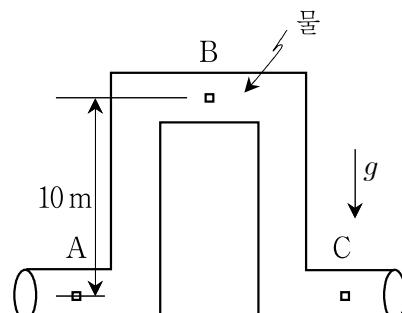
- ① 열전도도는 A가 크며, 단열효과는 두꺼운 A를 사용하는 것이 유리하다.
- ② 열전도도는 A가 크며, 단열효과는 얇은 B를 사용하는 것이 유리하다.
- ③ 열전도도는 B가 크며, 단열효과는 두꺼운 A를 사용하는 것이 유리하다.
- ④ 열전도도는 B가 크며, 단열효과는 얇은 B를 사용하는 것이 유리하다.

문 8. 다음 그림과 같이 반경 R 인 모세관을 밀도 ρ 인 액체에 담그면 모세관 현상에 의하여 액면이 높이 h 만큼 상승하게 된다. 액체와 접하고 있는 기체의 밀도는 액체의 밀도에 비하여 매우 작고 중력 가속도는 g 이다. 이때 표면장력 σ 에 대한 표현으로 옳은 것은? (단, 모세관 벽에 대한 액체의 젖음이 매우 좋아 젖음각은 0° 라고 가정한다)



- ① $\sigma = \frac{\rho Rgh}{2}$
- ② $\sigma = \frac{\rho R^2 gh}{2}$
- ③ $\sigma = \frac{\rho Rgh^2}{2}$
- ④ $\sigma = \frac{\rho R^2 gh^2}{2}$

문 9. 관의 직경이 일정하고 그림과 같이 직각으로 구부러진 관이 있다. 지점 B는 A보다 10 m 위에 있고 C는 A와 같은 높이에 있다. 관의 내부에 상온의 물이 정상상태로 흐르고 있고, 압력계를 통해 측정한 압력은 $P_A = 1.9 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, $P_B = 1.0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 이다. 이때 A지점과 C지점의 압력을 비교하면? (단, 물의 밀도는 1 g/cm^3 으로 일정한 것으로 가정한다)



- ① $P_A = P_C$
- ② $P_A > P_C$
- ③ $P_A < P_C$
- ④ 어느 곳이 높은지 알 수 없다.

문 10. 다음 중 대류열전달계수 h 의 단위는?

- | | |
|---|---|
| ① $\frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}}$ | ② $\frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ |
| ③ $\frac{\text{W}}{\text{sec} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}}$ | ④ $\frac{\text{J}}{\text{sec} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}}$ |

문 11. 용액과 슬러리용 건조기로서 증발관, 결정화장치, 건조기, 크기 축소장치 및 분급기의 기능을 모두 갖춘 건조기는?

- | | |
|----------|-----------|
| ① 드럼 건조기 | ② 박막 건조기 |
| ③ 분무 건조기 | ④ 회전식 건조기 |

문 12. 막분리 공정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 치밀한 고분자 막(비다공질)을 이용한 기체의 수송 메카니즘은 용액확산 메카니즘이다.
- ② 2성분 혼합물에서 분리의 선택도를 높이려면 두 성분 간의 용해도 차가 작아야 한다.
- ③ 기체 분리막은 고순도의 기체를 얻기 위한 과정보다는, 주로 목적성분의 농축된 생성물을 얻기 위하여 사용된다.
- ④ 기체 분리를 위한 고분자 막은 한 쪽은 얇고 치밀하며 다른 쪽은 다공질 형태인 비대칭막(asymmetric membrane)을 주로 사용한다.

문 13. 수평 전기가열선을 끓는 액체가 들어 있는 용기 내에 넣고, 가열선의 표면 온도와 액체의 온도 간의 온도차이(ΔT)를 아주 작은 값에서부터 점차 증가시키며 용액을 가열하고, 열흘럭스(q/A)를 측정하여 로그좌표에 ΔT 대 q/A 를 도시하였더니, 네 구간으로 나눌 수 있는 곡선이 얻어졌다. 셋 째 구간의 명칭으로 옳은 것은?

- ① 전이비등(transition boiling)
- ② 핵비등(nucleate boiling)
- ③ 막비등(film boiling)
- ④ 자연대류(free convection)

문 14. 어느 고분자 막을 통과하는 산소와 질소의 확산계수를 각각 2와 1이라고 하고, 용해도계수를 각각 2와 1이라고 하자. 이 경우, 이 고분자 막의 질소에 대한 산소의 선택도(selectivity)는?

- | | |
|-----|------|
| ① 2 | ② 4 |
| ③ 8 | ④ 16 |

문 15. 두께가 d° 이고 열전도도가 k_0 인 판과 두께가 d° 이고 열전도도가 $2k_0$ 인 판을 붙여서 두께 $2d^\circ$ 인 판을 만들었다. 정상상태하에 균일한 열전도도 k 를 갖고 두께가 $2d^\circ$ 인 판이 있을 때, k 가 k_0 의 몇 배이면 두 경우의 열흘럭스가 같게 되는가? (단, 두 경우의 온도차이 ΔT 는 같다)

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ① 2배 | ② 3배 |
| ③ $\frac{3}{2}$ 배 | ④ $\frac{4}{3}$ 배 |

문 16. 다음 이성분계 혼합물의 질량-평균 속도(mass-average velocity) [cm/s]는? (단, 속도는 x -축 방향 한 성분만 고려한다)

$$\rho_A = 0.25 \text{ g/cm}^3, \quad \rho_B = 0.75 \text{ g/cm}^3, \\ v_A = 2 \text{ cm/s}, \quad v_B = -(2/3) \text{ cm/s}$$

- | | |
|-----|-----|
| ① 0 | ② 1 |
| ③ 2 | ④ 3 |

문 17. 구형입자가 정지 유체 내에서 밑으로 떨어져 종말속도에 도달한다. 지름이 1 mm인 입자의 종말속도는 지름이 0.5 mm인 입자의 종말 속도의 몇 배인가? (단, 종말속도에 대한 Reynolds 수는 매우 작아($Re < 1$) 미동흐름이라고 가정한다)

- | | |
|----------|---------|
| ① 0.25 배 | ② 0.5 배 |
| ③ 2 배 | ④ 4 배 |

문 18. 중류공정의 환류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 전 환류(total reflux)보다 작은 환류에서 주어진 분리를 위해서 필요한 단수는 환류비가 감소함에 따라 계속 증가한다.
- ② 원하는 탑정제품과 탑저제품을 일정량 생산하는 실제탑의 단수는 최소환류와 무한환류 사이의 환류비로 운전해야 한다.
- ③ 환류비가 최소로부터 증가해 가면 단수는 처음에는 빨리 그리고 점점 천천히 감소해 가며, 전 환류에서 단수는 최소가 된다.
- ④ 중류공정에서 부분 응축기를 사용하면 액체 환류는 탑정제품과 같은 조성을 갖는다.

문 19. 온도의존 열전도도를 갖는 고체의 일차원(x -축 방향) 정상상태 열전도현상을 표현하는 다음 식이 있다.

$$\frac{d}{dx} \left(T \frac{dT}{dx} \right) = 0$$

위 식에서 온도 T 는 절대온도로 나타내며, $x = 0$ 일 때 $T = 1$, $x = 1$ 일 때 $T = 3$ 이라면 $x = 0$ 에서 1까지 온도 분포를 바르게 표현한 식은?

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| ① $T = (8x + 1)^{\frac{1}{2}}$ | ② $T = 2x^2 + 1$ |
| ③ $T = 2x + 1$ | ④ $T = 2x^{\frac{1}{2}} + 1$ |

문 20. 액체 속에 잠겨있는 고체 표면에서 성분 A가 없어지는 1차 반응이 일어난다. 성분 A는 액체 벌크상에서 경계막을 확산으로 통과하여 고체 표면으로 공급된다. 경계막의 두께가 δ 이고 확산 계수는 D° 이며 반응속도상수는 k° 이다. 정상상태를 가정하고 벌크상에서의 농도가 C_{A0} 라 할 때, 고체표면에서의 A의 농도 C_{As} 는?

- | | |
|---|---|
| ① $C_{As} = \frac{D}{k\delta + D} C_{A0}$ | ② $C_{As} = \frac{k\delta}{k\delta + D} C_{A0}$ |
| ③ $C_{As} = \frac{D}{k\delta} C_{A0}$ | ④ $C_{As} = \frac{k\delta}{D} C_{A0}$ |