

전달현상

문 1. 스테판-볼츠만 상수(σ)의 단위로 옳은 것은?

- ① $\frac{W}{m^2 \cdot K^4}$ ② $\frac{J}{m^2 \cdot K^4}$
 ③ $\frac{J}{s \cdot m^2 \cdot K}$ ④ $\frac{J}{m^2 \cdot K}$

문 2. 점도(viscosity)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 동점도(kinematic viscosity)는 점도를 밀도로 나눈 값이다.
 ② 점도가 큰 액체일수록 운동량을 빨리 전달한다.
 ③ 동점도의 차원은 확산계수(diffusivity)의 차원과 같다.
 ④ 기체의 점도는 온도가 높아짐에 따라 낮아진다.

문 3. 흡수탑 설계 시 기체의 흡수속도를 높이기 위한 방법으로 옳은 것은?

- ① 기체와 액체의 접촉면적을 감소시킨다.
 ② 흡수될 기체의 분압을 낮춘다.
 ③ 기체와 액체의 접촉시간을 감소시킨다.
 ④ 흡수온도를 낮춘다.

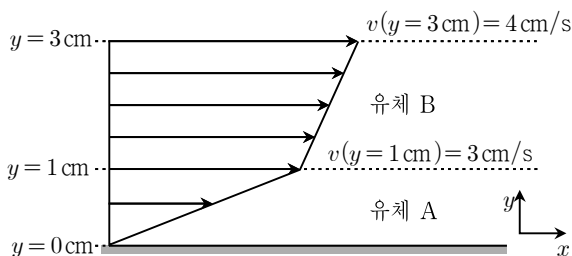
문 4. 평균 열전도도가 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 인 단열재로 만든 벽의 두께가 50 cm 이다. 벽의 안쪽 면과 바깥쪽 면의 온도가 각각 100°C 와 20°C 일 때, 벽을 통한 단위면적당 열손실속도 [W/m^2]는?

- ① 60 ② 70
 ③ 80 ④ 90

문 5. 한 변의 길이가 a 인 정삼각형의 단면을 갖는 관의 상당지름(equivalent diameter)은?

- ① $\frac{1}{\sqrt{2}}a$ ② $\frac{1}{3}a$
 ③ $\frac{1}{4\sqrt{3}}a$ ④ $\frac{1}{\sqrt{3}}a$

문 6. 서로 혼합되지 않는 뉴턴 유체 A와 B의 x -축 방향 속도 분포($v=v(y)$)가 그림과 같다. 유체 A와 B를 포함한 유체 전체의 평균속도 [cm/s]는? (단, $y=1 \text{ cm}$ 와 $y=3 \text{ cm}$ 에서 유체의 x -축 방향 속도는 각각 3 cm/s 와 4 cm/s 이다)



- ① $\frac{17}{2}$ ② $\frac{17}{6}$
 ③ $\frac{15}{2}$ ④ $\frac{17}{3}$

문 7. 비압축성 유체 내에서 구형 입자가 중력 침강한다. Stokes 법칙이 성립되는 영역에서 입자의 직경이 2배로 증가하면 입자의 종말속도(terminal velocity)는 처음의 몇 배가 되는가?

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

문 8. 기체 A와 B로 구성된 이성분 기체 혼합물이 x -축 방향으로만 이동하고 있다. 기체 A와 B의 농도는 각각 $C_A = 7 \text{ mol/m}^3$ 와 $C_B = 3 \text{ mol/m}^3$ 이고, 절대속도는 각각 $v_A = 5 \text{ m/s}$ 와 $v_B = 10 \text{ m/s}$ 일 때, 기체 혼합물의 몰평균 속도(molar-average velocity) [m/s]는?

- ① 6.5 ② 7.5
 ③ 8 ④ 9

문 9. 기체 A에 대한 흡수공정에서 액상측 물질전달계수(k_x)는 $0.04 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{s}$ 이고 기상측 물질전달계수(k_y)는 $0.02 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{s}$ 이다. 기체 A의 기-액 상평형이 $y_A^* = 2x_A$ 의 관계를 가질 때 기상측 농도추진력에 기초한 총괄 물질전달계수(K_y) [$\text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$]는? (단, $N_A = K_y(y_A - y_A^*)$ 이며 N_A 는 기체 A의 절대 몰플럭스, x_A 와 y_A 는 각각 기체 A의 액상과 기상 몰분율, y_A^* 는 x_A 와 평형관계에 있는 기체 A의 기상 몰분율이다)

- ① 0.01 ② 0.02
 ③ 0.03 ④ 0.04

문 10. 같은 온도로 균일하게 유지된 두 개의 금속구 A와 B를 일정한 온도로 유지되는 무한 유체 안에 넣었다. 금속구 A의 반경은 금속구 B의 반경의 2배이고, 두 금속구 사이의 거리는 충분히 멀다고 가정한다. 금속구 B의 중심에서의 온도가 어느 특정 온도에 도달하는 데 소요되는 시간이 금속구 A에 비해 2배가 될 때, 금속구 A의 열확산도(α_A)는 금속구 B의 열확산도(α_B)의 몇 배인가?

- ① 2 ② 4
 ③ 8 ④ 16

문 11. 두께 1 mm 인 투과막 양쪽에 기체 A가 서로 다른 농도로 있다. 투과막 양쪽 벽면에서 기체 A의 농도가 각각 100 mol/m^3 와 20 mol/m^3 일 때 투과막을 통한 기체 A의 몰확산 플럭스 [$\text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$]는? (단, 기체 A의 확산계수(D_A)는 $2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 이다)

- ① 0.016
 ② 0.16
 ③ 1.6
 ④ 16

문 12. 충전탑에서 액체가 충전물과 접촉할 때 특정 경로를 따라 흐르게 되어 충전탑의 성능을 저해하는 현상은?

- ① 범람(flooding)
- ② 부하점(loading point)
- ③ 편류(channeling)
- ④ 퍼징(purging)

문 13. 연속식 다단 증류탑 설계에서 환류비에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

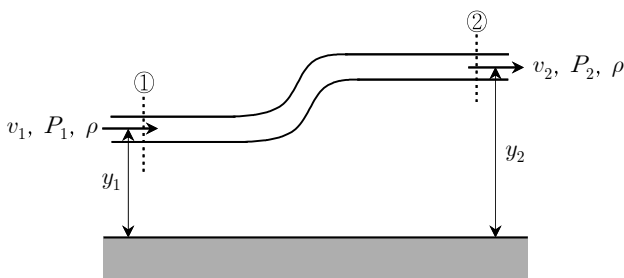
- ① 환류비를 증가시키면 단수를 줄일 수 있다.
- ② 최적 환류비는 고정비용과 운전비용의 합이 최소화될 수 있도록 결정한다.
- ③ 환류비를 증가시키면 재비기(reboiler)에 공급하는 에너지 비용이 감소한다.
- ④ 환류비를 증가시키면 증류탑의 직경이 커져야 한다.

문 14. 원형관을 통해 흐르는 뉴턴 유체에 적용되는 Hagen-Poiseuille 식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 단위길이당 압력강하는 유체의 밀도와 무관하다.
- ② 관의 내경 방향으로의 유속 분포는 포물선 형태이다.
- ③ 관벽면에서의 유속은 0이다.
- ④ 최대유속은 단위길이당 압력강하에 반비례한다.

문 15. 그림과 같은 도관에서의 유체의 흐름에 대해 $gy_1 + \frac{v_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho} =$

$gy_2 + \frac{v_2^2}{2} + \frac{P_2}{\rho}$ 의 관계식이 성립할 조건으로 옳은 것은? (단, v_i 는 지점 i 에서의 유속, P_i 는 지점 i 에서의 압력, y_i 는 지면으로부터 지점 i 까지의 높이, 밀도 ρ 는 지점과 상관없이 동일하며 지점 i 는 1 또는 2이다)



- ① 압축성 유체에 대해 성립한다.
- ② 비정상상태 흐름에 대해 성립한다.
- ③ 비점성(invscid) 유체에 대해 성립한다.
- ④ 비등은 흐름에 대해 성립한다.

문 16. 면적 1 m^2 , 두께 30 mm 인 유리창을 통해 실내에서 실외로 열손실이 발생하고 있다. 유리창을 경계로 실내 온도와 실외 온도가 각각 300 K 과 255 K 인 경우 유리창을 통한 열손실속도 $[\text{W}]$ 는? (단, 유리창의 열전도도(k)는 $0.6\text{ W/m} \cdot \text{K}$, 유리창 안쪽과 바깥쪽에서의 열전달계수(h_i 와 h_o)는 $5\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 으로 동일하다)

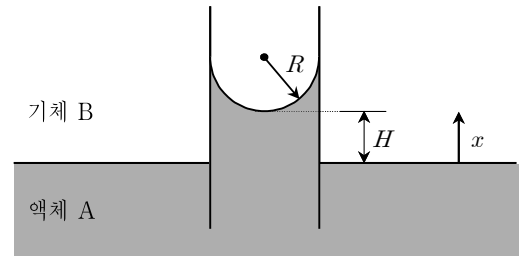
- ① 1
- ② 10
- ③ 100
- ④ 1000

문 17. Nusselt 수(Nu)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 유체의 대류 열전달 저항에 대한 전도 열전달 저항의 비(ratio)이다.
- ② Nu 를 정의하는 데 사용되는 열전도도는 유체 속에 있는 고체의 열전도도이다.
- ③ 강제 대류 열전달에 있어서 Nu 는 레이놀즈(Reynolds) 수와 프란틀(Prandtl) 수의 함수가 된다.
- ④ 동일한 조건에서 열전도도가 커지면 Nu 값은 작아진다.

문 18. 그림과 같이 액체의 모세관 상승을 이용하여 표면장력을 측정하고자 한다. 밀도 ρ_A 인 액체 A에 모세관을 담그면 모세관 현상에 의해 액체는 높이 H 만큼 상승하고 모세관 내에 반경 R 인 액면이 형성된다. 액체 A와 접하고 있는 기체 B의 밀도를 ρ_B , 중력가속도를 g 라고 할 때 액체의 표면장력(σ)을 나타낸 식으로 옳은 것은? (단, 액체-기체 계면에서의 압력차 ΔP 는

Laplace-Young 식에 의해서 $\Delta P = \frac{2\sigma}{R}$ 라 가정한다)



- ① $\sigma = \frac{1}{2}(\rho_A - \rho_B)RgH$
- ② $\sigma = (\rho_A - \rho_B)RgH$
- ③ $\sigma = 2(\rho_A - \rho_B)RgH$
- ④ $\sigma = 4(\rho_A - \rho_B)RgH$

문 19. 이중관 열교환기(double-pipe heat exchanger)에서 등유와 물이 향류(countercurrent flow)로 접촉한다. 등유는 열교환기에 380 K 으로 도입되어 310 K 으로 배출되고, 물은 280 K 으로 도입되어 320 K 으로 배출된다. 총괄 열전달계수가 $110\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 이고 열전달 면적이 1.4 m^2 일 때, 등유의 열손실속도 $[\text{W}]$ 는? (단, $\ln 2 \approx 0.7$, $\ln 3 \approx 1.1$ 로 계산한다)

- ① 5500
- ② 5600
- ③ 6300
- ④ 6600

문 20. 성분 A와 B로 구성된 25°C 액체상 원료가 연속식 증류탑으로 공급될 때 원료공급선의 기울기는? (단, 액체상 원료의 기포점(bubble point)은 1 기압에서 85°C 이며 비열과 기화열은 각각 $0.4\text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ 와 72 cal/g 이다)

- ① 4.0
- ② 3.3
- ③ 2.5
- ④ 1.2