

전달현상

문 1. 부피 1 L인 어떤 유체의 무게가 10 N일 때, 이 유체의 밀도 $[\text{kg m}^{-3}]$ 는? (단, 중력가속도는 10 m s^{-2} 이다)

- ① 100 ② 200
③ 1,000 ④ 2,000

문 2. 내부 반지름 r_i , 외부 반지름 r_o , 길이 L , 열전도도 k 인 원통형관의 반지름 방향 열전달 저항은?

- ① $\frac{(1/r_i) - (1/r_o)}{4\pi k L}$ ② $\frac{\ln(r_o/r_i)}{2\pi k L}$
③ $\frac{4\pi k L}{(1/r_i) - (1/r_o)}$ ④ $\frac{2\pi k L}{\ln(r_o/r_i)}$

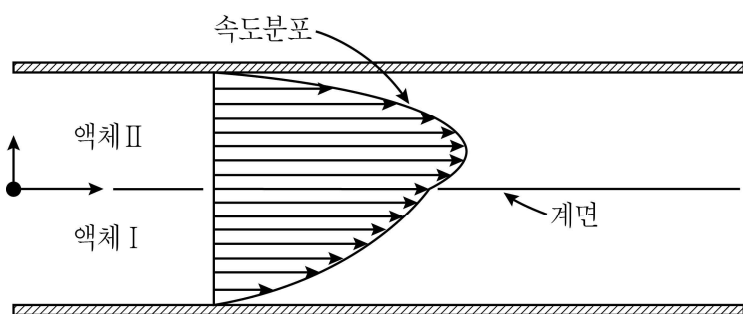
문 3. 비압축성 유체가 원통형 수평관 내에서 완전발달된 층류로 흐르고 있다. 관 중심에서의 유속이 10 m s^{-1} 라면, 이 유체의 평균 유속 $[\text{m s}^{-1}]$ 은?

- ① 2 ② 3
③ 4 ④ 5

문 4. 이성분계 혼합물 분리를 위한 증류탑에서 환류비(reflux ratio, R_D)가 4일 때, McCabe-Thiele 선도에서 정류부(rectifying section)의 조작선 기울기는?

- ① 0.2 ② 0.25
③ 0.8 ④ 1.25

문 5. 고정된 수평 평판 사이에서 서로 섞이지 않는 두 종류의 비압축성 뉴튼 액체가 흐르고 있다. 두 액체는 매우 천천히 흐르기 때문에 액체가 접한 계면은 안정적인 수평면을 이룬다. 평판 사이의 속도 분포가 그림과 같을 때, 두 액체의 밀도와 점도를 각각 비교한 것으로 옳은 것은? (단, 액체 I과 액체 II는 각각 아래와 위에서 흐르고 있으며 ρ_I 와 μ_I 는 액체 I의 밀도와 점도이고, ρ_{II} 와 μ_{II} 는 액체 II의 밀도와 점도이다)



- ① $\rho_I > \rho_{II}, \mu_I < \mu_{II}$
② $\rho_I < \rho_{II}, \mu_I > \mu_{II}$
③ $\rho_I > \rho_{II}, \mu_I > \mu_{II}$
④ $\rho_I < \rho_{II}, \mu_I < \mu_{II}$

문 6. 30 wt% A와 70 wt% B로 이루어진 혼합물이 증류탑에서 분리되고 있다. 혼합물의 유입속도는 $10,000 \text{ kg h}^{-1}$ 이며 탑위 제품(overhead product)에서 A의 질량분율이 0.9, 탑밑 제품(bottom product)에서 B의 질량분율은 0.9이다. 이때 탑위 제품의 유출속도 $[\text{kg h}^{-1}]$ 는?

- ① 2,500
② 3,000
③ 5,500
④ 7,500

문 7. 10 mm의 간격으로 떨어져 있는 수평 평판 사이에 뉴튼 유체가 채워져 있다. 아래 평판은 정지되어 있고, 위 평판은 0.4 m s^{-1} 의 일정한 속도로 수평 방향으로 움직인다. 정상상태에서 0.02 N m^{-2} 의 전단응력이 유체에 가해질 때, 이 유체의 점도 $[\text{cP}]$ 는?

- ① 0.25
② 0.50
③ 2.5
④ 5.0

문 8. 유체에 잠겨 냉각되는 고체의 비정상상태 열전달 해석에 사용되는 Biot 수(Bi)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① Biot 수는 고체 내부와 유체 경계층의 온도 분포에 영향을 준다.
② Biot 수가 큰 경우($\text{Bi} \gg 50$), 표면에서 대류에 의해 나갈 수 있는 열의 양이 전도에 의해 표면에 도달하는 열의 양보다 큰 것을 의미한다.
③ Biot 수가 작은 경우($\text{Bi} \ll 0.1$), 고체 내부의 전도 저항이 유체의 대류 저항에 비해 작다.
④ Biot 수가 작아지면 고체 내부의 온도 구배는 커진다.

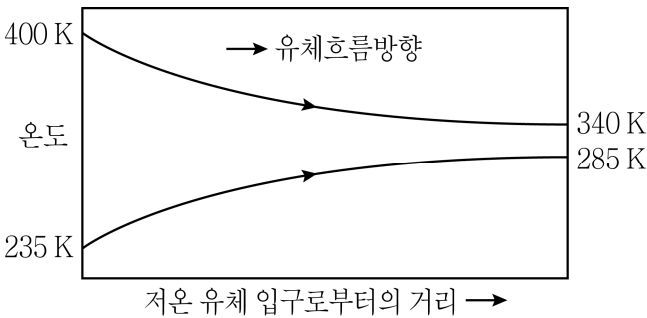
문 9. 열전도도 $20 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이고 두께 50 cm인 벽 A의 양쪽 표면 온도차가 10°C 일 때의 열손실 $[\text{W}]$ 과 두께 10 cm인 벽 B를 통한 열손실 $[\text{W}]$ 이 같다. 벽 B의 양쪽 표면 온도차가 40°C 일 때, 벽 B의 열전도도 $[\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}]$ 는? (단, 정상상태 열전달을 가정하며 벽 A와 벽 B의 열흐름 수직면적은 동일하다)

- ① 1
② 2
③ 4
④ 5

문 10. 향류 추출탑에서 4 wt% A와 96 wt% B로 이루어진 혼합물로부터 순수한 용매를 이용하여 A를 분리한다. 용매의 질량 유량은 혼합물의 질량 유량의 두 배이고, 각 흐름 방향으로 유량은 변하지 않는다. 한 개의 이상단을 사용할 때 추출액(extract)에서 A의 농도[wt%]는? (단, 추출액과 추잔액(raffinate) 사이에서 A의 질량기준 분배계수는 2이다)

- ① 0.8
- ② 1.2
- ③ 1.6
- ④ 2.0

문 11. 병류의 이중관 열교환기에서 두 흐름의 온도분포가 그림과 같다. 총괄열전달계수는 $250\text{ W m}^{-2}\text{ K}^{-1}$ 로 일정하고 열흐름 속도가 25kW일 때, 이 열교환기의 전열 면적[m²]은? (단, $\ln 3 = 1.1$ 로 한다)



- ① 1.0
- ② 1.5
- ③ 2.0
- ④ 2.5

문 12. 물질전달에서 확산계수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 온도가 증가하면 일반적으로 기체의 확산계수는 증가한다.
- ② 난류의 중심에서는 와류 확산계수가 분자 확산계수보다 크다.
- ③ 희석용액에서 구형 액체 분자의 반경이 커질 경우 Stokes-Einstein 식으로부터 예측한 확산계수는 증가한다.
- ④ 길이 차원과 시간 차원을 각각 L 과 t 로 표기할 때 확산계수는 $L^2 t^{-1}$ 의 차원을 갖는다.

문 13. 물질 A로 입사된 복사 에너지의 투과율이 0.3, 반사율이 0.6일 때 이 물질의 흡수율은?

- ① 0.1
- ② 0.3
- ③ 0.5
- ④ 0.6

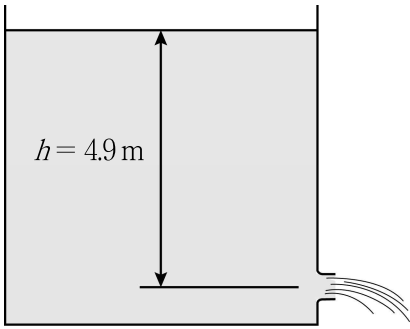
문 14. 유체 A가 5 L h^{-1} 의 부피유량으로 원통형 수평관을 통해 이송되고 있다. 관의 지름과 단위 길이당 압력차가 각각 두 배가 될 때, 이 유체의 부피유량[L h⁻¹]은? (단, 유체의 점도는 일정하고 흐름은 Hagen-Poiseuille 관계식을 만족한다)

- ① 20
- ② 40
- ③ 80
- ④ 160

문 15. 2차원 비회전, 비압축성 흐름 장(field)에 대한 속도 퍼텐셜(velocity potential)이 $\phi = x^2 - 2x - y^2$ 으로 주어질 때, 흐름의 x 방향 속도 성분(v_x)과 y 방향 속도 성분(v_y)은?

- | | $\frac{v_x}{v_y}$ |
|---|-------------------|
| ① | $2y$
$-2x+2$ |
| ② | $-2x+2$
$2y$ |
| ③ | $-2y$
$2x-2$ |
| ④ | $2x-2$
$-2y$ |

문 16. 그림과 같이 에탄올이 들어 있는 개방형 탱크 하부에 마찰을 무시할 수 있는 짧은 배출 파이프가 연결되어 있다. 파이프의 지름은 탱크의 지름에 비해 매우 작으며 탱크 상부의 자유 액면으로부터 배출 파이프 중심까지의 높이 차이 h 는 4.9m이다. 이때 파이프 중심에서 에탄올의 배출 유속[m s⁻¹]은? (단, 중력 가속도는 9.8 m s^{-2} 이다)



- ① 2.4
- ② 9.8
- ③ 24
- ④ 49

문 17. 유량 200 mol h^{-1} 의 액체 혼합물 원료(feed)가 90 °C 단열조건에서 운전되는 플래시(flash) 증류 장치로 유입된다. 증류 후 액체 생성물의 유량이 120 mol h^{-1} 일 때, 주입되는 원료의 온도[°C]는? (단, 원료의 열용량은 $30\text{ cal mol}^{-1}\text{ °C}^{-1}$ 이고 증류 조건에서 기화열은 $6,000\text{ cal mol}^{-1}$ 이다)

- ① 110
- ② 130
- ③ 150
- ④ 170

문 18. 2차원 고체 열전달 미분방정식을 다음과 같이 나타낼 수 있는 조건은? (단, T 는 온도를 의미한다)

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$$

- ① 열원이 없는 정상상태
- ② 열원이 없는 비정상상태
- ③ 열원이 있는 정상상태
- ④ 열원이 있는 비정상상태

문 19. 밀도 $1,500\text{ kg m}^{-3}$, 반지름 1 cm 인 구형 고체입자 A를 용매에 녹이고자 한다. 입자 표면에서 A의 질량농도는 $1,000\text{ kg m}^{-3}$ 으로 일정하며, 물질전달계수는 $5 \times 10^{-5}\text{ m s}^{-1}$ 이다. 이 조건에서 입자의 반지름이 0.5 cm 가 될 때까지 걸리는 시간[s]은? (단, 용액 벌크에서 A의 농도는 무시한다)

- ① 50
- ② 100
- ③ 150
- ④ 200

문 20. 온도 400 K 에서 기체 분자 A가 축매 기공을 통해 Knudsen 확산을 하고 있고 이때 A의 Knudsen 확산계수는 $D_{k,A}$ 이다. 동일한 축매 기공에서 분자량이 A의 두 배인 기체 분자 B의 Knudsen 확산계수($D_{k,B}$)가 $D_{k,A}$ 와 같아지는 온도[K]는?

- ① 200
- ② $400\sqrt{2}$
- ③ 800
- ④ $800\sqrt{2}$