



문 8. 공간상에서 평행하게 일정거리가 떨어져 있는 회색체(gray body)인 두 개의 판 1과 판 2가  $T_1$ 과  $T_2$  ( $T_2 < T_1$ )로 각각 일정한 온도로 유지되고 있다. 판 1과 판 2의 면적이  $A$ 로 서로 같을 때, 판 1에서 판 2로 전달되는 순열복사속도(net rate of thermal radiation)는? (단, 두 판 간의 관측계수는 1로 가정하고,  $\sigma$ 는 Stefan-Boltzmann 상수,  $\epsilon_1$ 과  $\epsilon_2$ 는 각 판의 방사율(emissivity)을 나타낸다)

- ①  $\frac{A\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{1/\epsilon_1 + 1/\epsilon_2 + 1}$
- ②  $\frac{A\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{1/\epsilon_1 + 1/\epsilon_2 - 1}$
- ③  $\frac{A\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{1/\epsilon_1 + 1/\epsilon_2}$
- ④  $\frac{A\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{1/\epsilon_1 - 1/\epsilon_2}$

문 9. 길이(L)가 0.2m인 수평 평판 위로 공기가 판의 길이방향으로  $Re_L = 100$ 인 층류로 흐르고 있다. 평판의 표면으로부터 물질 A가 공기 속으로 전달될 때, 셔우드 수는  $Sh_L = 0.332 Re_L^{1/2} Sc^{1/2}$ 의 상관식으로 표현된다. 공기의 동점도가  $4 \times 10^{-5} m^2/s$ 이고, 물질 A의 공기 중의 확산계수가  $1 \times 10^{-5} m^2/s$ 로 주어질 때, 대류물질전달 계수 [m/s]는? (단,  $Sh_L$ 와  $Re_L$ 은 길이 L로 평균화된 셔우드 수와 레이놀즈 수를 나타내고,  $Sc$ 는 슈미트 수이다)

- ①  $3.32 \times 10^{-5}$
- ②  $3.32 \times 10^{-4}$
- ③  $6.64 \times 10^{-5}$
- ④  $6.64 \times 10^{-4}$

문 10. 수소가 두께 10 mm인 고무판을 통과하여 확산되고 있다. 정상 상태의 물질확산에서 고무판의 한쪽 면에서 수소의 농도는  $4.7 mol/m^3$ 이고, 고무판의 다른 쪽 면에서 수소의 분압은 0이며 외부확산 저항은 없다. 고무판을 통과하는 단위 면적당 수소의 확산속도 [ $mol/m^2 \cdot s$ ]는? (단, 확산은 정상상태를 유지하고 있으며, 고무판에 대한 수소의 확산계수는  $1.8 \times 10^{-10} m^2/s$ 이다)

- ①  $\frac{(1.8 \times 10^{-10})}{(4.7 - 0) \times 0.01}$
- ②  $\frac{0.01}{(1.8 \times 10^{-10}) \times (4.7 - 0)}$
- ③  $\frac{(1.8 \times 10^{-10}) \times (4.7 - 0)}{0.01}$
- ④  $\frac{(4.7 - 0) \times 0.01}{(1.8 \times 10^{-10})}$

문 11. 수압이 1.3 atm이 되면 물속에서 사람은 귀에 고통을 느낀다. 아무런 장비없이 귀에 고통을 느끼지 않고, 사람이 바닷속으로 잠수할 수 있는 최대 깊이[m]는? (단, 중력가속도는  $9.8 m/s^2$ , 해수면에서 대기압은  $1 atm (= 1.013 \times 10^5 Pa)$ , 바닷물의 밀도는  $1.025 g/cm^3$ 으로 가정한다)

- ① 약 1.5
- ② 약 3.0
- ③ 약 4.5
- ④ 약 6.0

문 12. 수평 원관에서 층류로 완전발달된 Hagen-Poiseuille 흐름에서 압력차의 변화없이 원관의 지름을 2배, 길이를 8배로 증가시킬 때 부피 유량은? (단, 유체의 물성은 일정하다)

- ① 변화가 없다.
- ② 2배로 증가
- ③ 4배로 증가
- ④ 16배로 증가

문 13. 열전도도와 두께가 각각 다른 3개( $i = 1, 2, 3$ )의 평판들의 면이 접하여 다중층을 이루고 있다. 다중층의 한 끝면과 다른 끝면 사이에 온도차가 있어, 면의 수직방향으로 열이 정상상태로 전도되고 있다. 각 층의 열전도도가  $100 k_1 = 10 k_2 = k_3$ 의 관계에 있을 때, 총괄 열속(total heat flux,  $Q/A$ )과 각 층의 개별 열속(individual heat flux,  $Q_i/A$ )의 관계를 올바르게 표현한 식은? (단, 다중층은 두께에 비하여 면적이 매우 넓고, 다중층에서 판 사이에는 공극이 없다)

- ①  $Q/A = Q_1/A = Q_2/A = Q_3/A$
- ②  $Q/A = Q_1/A + Q_2/A + Q_3/A$
- ③  $Q/A = Q_1/A + 10 Q_2/A + 100 Q_3/A$
- ④  $Q/A = Q_1/(100 A) + Q_2/(10 A) + Q_3/A$

문 14. 반지름이  $R_1$  [m]인 굵은 니크롬선에 전류를 흐르게 하여, 니크롬선의 단위 부피당 일정한  $G [W/m^3]$ 의 속도로 열이 발생하고 있다. 정상상태에서 니크롬선의 중심축( $r = 0$ )으로부터  $R_1/2$ 지점에서 r방향으로 전달되는 열속(heat flux) [ $W/m^2$ ]은? (단, 니크롬선이 반지름에 비하여 매우 길어서 길이 방향으로의 열전달은 무시하고, 니크롬선의 외부에서는 열저항이 없다고 가정한다)

- ①  $R_1 G$
- ②  $R_1 G/2$
- ③  $R_1 G/3$
- ④  $R_1 G/4$

문 15. 기-액 평형상태에 있는 벤젠과 톨루엔의 혼합물이 있다. 이 상태에서 순수한 벤젠과 톨루엔의 증기압은 각각 700 mmHg과 500 mmHg이다. 액상에서 벤젠의 몰분율이 0.7일 때, 기상에서 벤젠의 몰분율은? (단, 액상과 기상에서의 혼합물은 각각 이상 용액과 이상기체로 가정한다)

- ① 70/100
- ② 42/60
- ③ 49/64
- ④ 70/130

문 16. 경사진 평면위에서 액체가 중력의 영향으로 일정한 두께로 흘러 내리고 있다. 이 액체층의 윗면이 대기에 노출되어 있고, 평면에 평행한 방향으로 흐르는 완전발달된 속도  $u$  [cm/s]의 분포는 층류로서  $u = u_{max}(y - y^2/4)$ 으로 표현된다. 이 액체층의 두께 [cm]는? (단,  $y$ 는 경사진 평면으로부터의 수직거리를 나타내고,  $u_{max}$ 는 8 cm/s이다)

- ① 1
- ② 2
- ③ 4
- ④ 8

문 17.  $x$ - $y$  직교좌표계의 2차원 유동장에 대한 속도 성분식( $u$ ,  $v$ )에 대하여, 비압축성 유동에 대한 식은? (단,  $xy \neq 0$ 이다)

- | $\frac{u}{v}$ | $\frac{v}{u}$ |
|---------------|---------------|
| ① $x + y$     | $x - y$       |
| ② $xy$        | $x^2$         |
| ③ $(x + 2y)x$ | $(2x - y)y$   |
| ④ $x$         | $y$           |

문 18. 등물로 혼합되어 있는 2성분계 혼합물의 한 성분을 증류탑의 탑저와 탑정에서 각각 5 mol%와 95 mol%의 농도로 얻고자 한다. 이 혼합물의 증류공정에서 상대휘발도가 3, 총괄효율이 50%라면, 이때 필요한 최소단수는? (단, 편의상  $\ln 2 = 0.7$ ,  $\ln 3 = 1.1$ ,  $\ln 5 = 1.6$ ,  $\ln 19 = 2.9$ 로 놓고, 모든 소수점은 둘째자리에서 반올림한다)

- |         |         |
|---------|---------|
| ① 4.3 단 | ② 5.6 단 |
| ③ 7.3 단 | ④ 8.6 단 |

문 19. 기-액 경계면에서의 물질전달 공정에서 기상 개별물질전달계수를  $k_G$ , 액상 개별물질전달계수를  $k_L$ , 헨리법칙 상수(Henry's law constant)를  $H$ 라 한다. 분압차를 물질전달 구동력으로 할 경우에 효과적으로 사용할 수 있는 기상 총괄물질전달 계수  $K_G$ 에 대한 올바른 식은? (단, 기-액 경계면에서 물질전달저항은 없다)

- |                           |
|---------------------------|
| ① $K_G = k_G/H + k_L$     |
| ② $K_G = k_G + k_L/H$     |
| ③ $1/K_G = H/k_G + 1/k_L$ |
| ④ $1/K_G = 1/k_G + H/k_L$ |

문 20. 몰비로 1:3인 메탄올과 아세톤 혼합액의 비점은  $130^\circ\text{C}$ 이고, 평균몰비열과 평균몰잠열은 각각  $50 \text{ kcal/kgmol} \cdot ^\circ\text{C}$ 과  $8,000 \text{ kcal/kgmol}$ 로 주어진다. 이 혼합액이  $50^\circ\text{C}$ 에서 정류탑으로 공급될 때, 원료공급선의 방정식은? (단,  $x$ 와  $y$ 는 각각 액상과 기상에서의 메탄올 몰분율이다)

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| ① $y = x - 0.5$  | ② $y = 2x - 2$ |
| ③ $y = 3x - 0.5$ | ④ $y = 4x - 2$ |