

전달현상

문 1. 유체 흐름의 압축성 또는 비압축성 판별에 가장 적합한 무차원수는?

- ① Reynolds 수
- ② Mach 수
- ③ Prandtl 수
- ④ Euler 수

문 2. 열확산도(thermal diffusivity, α)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

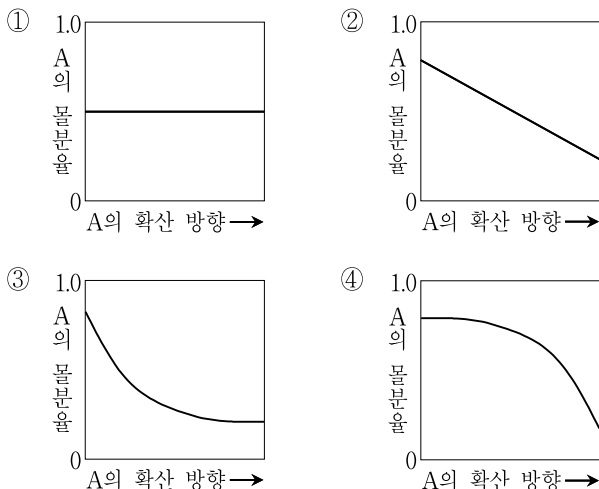
(단, 열전도도, 밀도, 비열은 각각 k , ρ , c_p 이다)

- ① 열확산도는 물질이 열에너지를 저장하는 능력에 대한 열에너지를 전도하는 능력의 정도를 나타낸다.
- ② 열확산도가 작으면 주위의 열적 환경 변화에 따라 새로운 평형에 느리게 도달한다.
- ③ 열확산도 $\alpha = \frac{k}{\rho c_p}$ 로 정의된다.
- ④ 열확산도의 단위는 $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 이다.

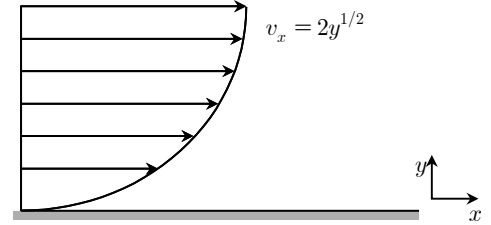
문 3. 기체 분자가 미세 기공을 통과할 때 발생하는 Knudsen 확산에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 확산 기체의 분자량이 증가하면 Knudsen 확산계수는 감소한다.
- ② 온도가 증가하면 Knudsen 수는 감소한다.
- ③ 전체 압력이 감소하면 Knudsen 수는 증가한다.
- ④ 확산하는 기체 분자의 평균자유경로보다 미세 기공의 지름이 작을 때 발생한다.

문 4. A와 B가 등몰 상대 확산(equimolar counter diffusion)하고 있다. 이때 A의 확산 방향에 따른 A의 몰분율 변화를 나타낸 것은?



문 5. 평판 위를 흐르고 있는 뉴턴 유체의 x -축 방향 속도 분포(v_x)가 그림과 같다. 평판으로부터 1m 떨어진 위치와 2m 떨어진 위치에서의 전단응력 차이[Pa]는? (단, 유체의 점도는 $0.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 이고 그림에서 속도와 거리의 단위는 각각 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 와 m이다)



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

문 6. 반응물 A가 반지름 R 인 구형 촉매입자 내부로 확산되어 생성물 B로 바뀌는 1차 반응($-r_A = kC_A$)이 일어난다. 정상상태에서 촉매입자 중심으로부터의 거리(r)에 따른 A의 농도 분포를 구하기 위해 필요한 물질수지식은? (단, C_A 와 C_B 는 각각 A와 B의 농도이고 r 만의 함수이며, D_A 와 k 는 각각 확산계수와 반응속도 상수이다)

- ① $-D_A \frac{1}{R} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dC_A}{dr} \right) + kC_A/C_B = 0$
- ② $-D_A \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dC_A}{dr} \right) + kC_A/C_B = 0$
- ③ $-D_A \frac{1}{R} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dC_A}{dr} \right) + kC_A = 0$
- ④ $-D_A \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dC_A}{dr} \right) + kC_A = 0$

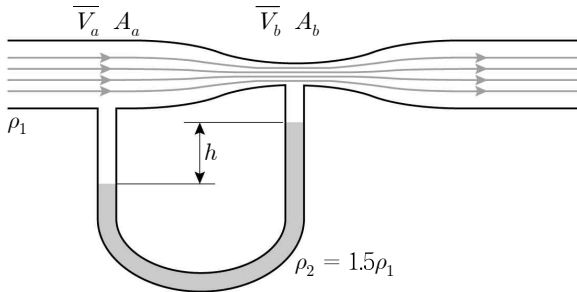
문 7. 열교환기를 이용하여 튜브(tube) 내부를 흐르는 액체 A를 가열하고자 한다. 액체 A는 10°C 로 유입되어 20°C 로 배출되며, 튜브 외부로 흐르는 액체 B의 열교환기 입구와 출구 온도는 각각 80°C 와 40°C 이다. A의 비열이 B의 비열의 2배이고 A의 질량 유속이 $2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ 일 때, B의 질량유속[$\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$]은? (단, 비열은 일정하며 열손실은 없다)

- ① 0.5
- ② 1
- ③ 2
- ④ 4

문 8. 기체 흡수공정에서 액상 경막 물질전달저항이 기상 경막 물질전달 저항의 9배일 때 기상 총괄 물질전달계수는 K_{y1} 이다. 기상 경막 물질전달저항을 일정하게 유지한 상태에서 액상 경막 물질전달 저항을 기상 경막 물질전달저항의 4배로 하였을 때, 기상 총괄 물질전달계수를 K_{y2} 라 하면 K_{y2}/K_{y1} 는? (단, 기체 흡수공정은 이중 경막론을 따른다)

- ① 1.5
② 2.0
③ 2.5
④ 3.0

문 9. 그림과 같이 목의 단면적이 A_b 인 수평 벤츨리관을 이용하여 단면적이 A_a 인 파이프 안을 흐르는 유체 1의 평균 유속을 구하고자 한다. 마노미터에 채워져 있는 유체 2 밀도(ρ_2)가 유체 1 밀도(ρ_1)의 1.5배일 때, 벤츨리관 목에서 유체의 평균유속($\bar{V}_b$)을 옳게 표현한 것은? (단, g 는 중력가속도이고, 흐름에 마찰은 없으며 베르누이 방정식의 가정을 만족한다)



- ① $\left[\frac{2gh}{1 - (A_b/A_a)^2} \right]^{1/2}$
② $\frac{2gh}{1 - (A_b/A_a)^2}$
③ $\left[\frac{gh}{1 - (A_b/A_a)^2} \right]^{1/2}$
④ $\frac{gh}{1 - (A_b/A_a)^2}$

문 10. 구형입자가 충전되어 있는 충전탑에 유체가 하단에서 상단으로 흐르고 있다. Reynolds 수(Re_p)가 1,000보다 클 때, 최소유동화 속도($\bar{V}_{0M}$)와 입자직경(D_p)과의 관계로 옳은 것은?

- ① $\bar{V}_{0M}$ 은 $D_p^{1/2}$ 에 비례한다.
② $\bar{V}_{0M}$ 은 D_p 에 비례한다.
③ $\bar{V}_{0M}$ 은 $D_p^{3/2}$ 에 비례한다.
④ $\bar{V}_{0M}$ 은 D_p^2 에 비례한다.

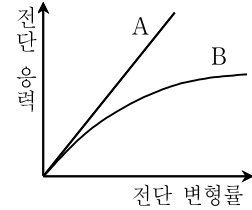
문 11. 복사(radiation) 열전달에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 흑체의 총 방사력은 절대온도의 4제곱에 비례한다.
② 복사에 의한 열전달은 매질이 없어도 가능하다.
③ 온도가 증가하면 최대 단색광 복사에너지가 나타나는 파장(λ_{max})은 커진다.
④ 복사는 전자기파에 의한 열전달이다.

문 12. 표면적이 10 m^2 인 500 K 의 평판 위로 320 K 의 공기가 흐를 때, 열전달 속도[kW]는? (단, 평균 열전달계수는 $20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ 이다)

- ① 36
② 72
③ 360
④ 720

문 13. 유체 A와 B의 전단 응력(shear stress)과 전단 변형률(rate of shear strain)의 관계가 그림과 같을 때, 전단 변형률의 변화에 따른 점도를 옳게 나타낸 것은?



- ① 점도 vs. 전단 변형률: Fluid A is a horizontal line, Fluid B is a curve decreasing from the y-axis.
② 점도 vs. 전단 변형률: Fluid A is a horizontal line, Fluid B is a curve increasing from the y-axis.
③ 점도 vs. 전단 변형률: Fluid A is a straight line through the origin, Fluid B is a curve increasing from the origin with a decreasing slope.
④ 점도 vs. 전단 변형률: Fluid A is a straight line through the origin, Fluid B is a curve increasing from the origin with a decreasing slope.

문 14. 몰분율이 각각 0.2, 0.4, 0.4인 A, B, C로 이루어진 기체 혼합물에서 고정면에 대한 각 성분의 절대속도는 각각 $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $-12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 이다. A의 농도가 $12 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 일 때, A의 물 확산 플럭스 $J_A [\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}]$ 는?

- ① 24
② -24
③ 144
④ -144

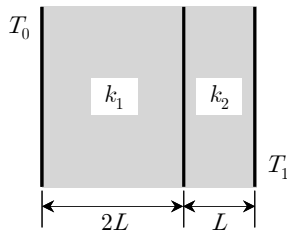
문 15. 탈거탑(stripping column)을 이용하여 에탄올로부터 미량의 난용해성 물질을 제거하고자 한다. 평형선이 $y^* = 110x$ 일 때, 총괄효율(η_o)은? (단, 액상과 기상의 질량유속은 각각 $400 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 와 $40 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ 이고, 머프리(Murphree) 효율(η_M)은 0.5이다)

- ① $\frac{\ln 4}{\ln 9}$
② $\frac{\ln 5}{\ln 10}$
③ $\frac{\ln 6}{\ln 11}$
④ $\frac{\ln 7}{\ln 12}$

문 16. 포화액체의 풀비등(pool boiling)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 핵비등 구간에서는 복사 열전달이 중요한 역할을 한다.
- ② 막비등 구간에서는 열전달의 주요 저항이 가열표면을 덮고 있는 증기막에 의해 나타난다.
- ③ 전이비등 구간에서 열플럭스는 Leidenfrost점에서 최소점에 도달한다.
- ④ 포화액체의 풀비등은 일반적으로 자연대류, 핵비등, 전이비등, 막비등의 네 구간으로 나눌 수 있다.

문 17. 열전도도가 각각 k_1 과 k_2 이고 두께가 $2L$ 및 L 인 두 평판이 그림과 같이 접해 있을 때, 정상상태에서 유효열전도도(effective thermal conductivity) k_{eff} 를 이용하여 전도 열전달식을 $q = k_{\text{eff}} \frac{T_0 - T_1}{3L}$ 로 표현하였다. 이때 k_{eff} 를 k_1 과 k_2 로 나타낸 것은? (단, 평판의 면적은 두께에 비하여 매우 넓고 평판 사이에 공극은 없으며, $T_0 > T_1$ 이다)



- ① $\frac{3k_1k_2}{k_1 + 2k_2}$
- ② $\frac{k_1k_2}{k_1 + 2k_2}$
- ③ $\frac{2k_1k_2}{k_1 + k_2}$
- ④ $\frac{k_1 + 2k_2}{3}$

문 18. 지름이 4cm이고 Reynolds 수(Re)가 20,000인 젖은 벽탑(wetted-wall tower)에서 액체를 공기 중으로 증발시키고 있다. Sherwood 수(Sh)에 대한 Reynolds 수와 Schmidt 수(Sc)의 상관식이 $Sh = 0.01 \times Re \times Sc^{0.5}$ 일 때, 기체 경막(gas film)의 유효 두께[cm]는? (단, 공기의 밀도와 점도는 각각 $1 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 와 $2 \times 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 이고, 공기에 대한 액체의 확산계수는 $0.2 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 이다)

- ① 0.01
- ② 0.02
- ③ 0.03
- ④ 0.04

문 19. 공기 밀도가 $1.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 이고 헬륨 밀도가 $0.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 일 때, 직경 2m인 구형 헬륨 열기구가 들어 올릴 수 있는 최대 무게[N]는? (단, 열기구 자체의 무게는 무시하고, 원주율은 3, 중력가속도는 $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 으로 한다)

- ① 70
- ② 60
- ③ 50
- ④ 40

문 20. 중력장 내 액체 속에서 자유낙하 하는 구형 고체에 작용하는 힘은 다음과 같다. 이 구형 고체의 종말속도는? (단, ρ 는 액체의 밀도, ρ_p 는 고체의 밀도, m 은 고체의 질량이다. C_D 는 항력계수, g 는 중력가속도, u 는 액체에 대한 고체의 상대속도, A_p 는 고체의 투영면적이다)

- 중력: $F_g = mg$
- 부력: $F_b = \frac{m\rho g}{\rho_p}$
- 항력: $F_d = \frac{C_D u^2 \rho A_p}{2}$

- ① $\frac{A_p \rho_p C_D \rho}{2g(\rho_p - \rho)m}$
- ② $\left[\frac{A_p \rho_p C_D \rho}{2g(\rho_p - \rho)m} \right]^{1/2}$
- ③ $\frac{2g(\rho_p - \rho)m}{A_p \rho_p C_D \rho}$
- ④ $\left[\frac{2g(\rho_p - \rho)m}{A_p \rho_p C_D \rho} \right]^{1/2}$