

1. 물질전달 및 확산에 대한 일반적인 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
 - ① 물질의 확산은 계에 존재하는 물질의 농도 차이에 의해서 나타나는 현상으로 해석된다.
 - ② 액체의 확산계수는 같은 종류의 고체 확산계수와 비슷한 값을 가진다.
 - ③ 물질의 확산은 온도가 증가하면 빨라진다.
 - ④ 액체상 물질의 확산계수는 점도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보인다.
2. 복사 현상에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
 - ① 매질이 없어도 전자기파 형태로 열을 전달할 수 있다.
 - ② 흑체는 입사하는 모든 전자기 복사를 흡수하는 이상적인 물체이다.
 - ③ 흑체는 온도에 반비례하는 특정 파장의 전자기파만 방출한다.
 - ④ 흑체의 단위 면적당 복사 에너지는 절대 온도의 네제곱에 비례한다.
3. 유체에 전단유동이 가해졌을 때 전단응력(shear stress)을 세로축으로, 전단율(shear rate)을 가로축으로 하여 나타낸 그래프에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
 - ① 뉴턴 유체(Newtonian fluid)는 원점을 지나는 직선이다.
 - ② 팽창성 유체(dilatant fluid)는 전단율이 작을 때의 접선의 기울기가 전단율이 클 때의 접선의 기울기보다 크다.
 - ③ 유사 가소성 유체(pseudoplastic fluid)는 위로 볼록한 형태를 나타낸다.
 - ④ 빙햄소성 유체(Bingham plastic)의 경우 항복응력(yield stress)만큼의 절편을 갖는 직선 형태이다.
4. 뉴턴 유체 A와 유사 가소성 유체 B가 동일한 길이와 직경을 갖는 파이프 내부에서 동일한 압력차에 의하여 완전 발달된 층류 상태로 흐를 때에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 주 흐름 방향(z 방향)으로의 1차원 흐름만을 고려하고, 속도 분포는 반지름 방향(r 방향)으로만 변화한다. $v_z(r)$ 은 r 위치에서의 z 방향 속도이고, v_{avg} 는 유체의 파이프 내부에서의 평균 속도이다.)
 - ① 파이프 중심에서 두 유체의 전단응력은 동일하다.
 - ② 파이프 벽에서 두 유체의 전단응력은 동일하다.
 - ③ 유체 A의 $v_z(r=0)/v_{avg}$ 값은 유체 B의 $v_z(r=0)/v_{avg}$ 값보다 작다.
 - ④ 동일한 유량이 흘러갈 때 파이프 벽에서 dv_z/dr 값은 유체 B가 유체 A보다 크다.

5. 기체 흡수(gas absorption) 공정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 흡수되는 기체의 평형선(equilibrium line)은 기상에서의 조성(y^*)을 세로축으로, 액상에서의 조성(x)을 가로축으로 나타낼 때 원점을 지나는 직선이며, 기상과 액상 흐름의 양은 흡수 과정에서 변화하지 않고 일정한 것으로 가정한다.)
- ① 주어진 기체 흐름에 대하여 액체 흐름의 양이 줄어들면 조작선(operating line)의 기울기가 증가한다.
 - ② 평형선의 기울기가 1보다 매우 크게 되면 액체 쪽의 물질전달 과정이 율속(rate determining) 과정이다.
 - ③ 주어진 기체 흐름에 대하여 액체 흐름의 양이 줄어들면 흡수탑의 높이는 증가한다.
 - ④ 흡수탑은 물질전달 속도를 증가시키기 위하여 가압하여 운전한다.
6. 이성분계 증류를 위한 증류탑 설계에 McCabe-Thiele법을 적용하는 과정에서 정류부(enriching section)와 탈거부(stripping section)에 대한 조작선(operating line)을 각각의 단일한 직선으로 만들기 위한 가정으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 각 단계에서의 액체 및 기체 유량과 조성은 물을 기준으로 한다.)
- ① 증류탑은 단열(adiabatic) 조건이 성립해야 한다.
 - ② 몰당 증발열은 농도에 상관없이 일정하다.
 - ③ 엔탈피-조성 도표를 몰 단위로 표시했을 때 포화 액체 선과 포화 기체 선이 평행이다.
 - ④ 정류부에서의 액체 몰유량과 탈거부에서의 액체 몰유량은 서로 같다.
7. 액체 흡수제를 이용한 이산화탄소 기체 흡수 장치에서 기체상에서 이산화탄소의 몰분율(y)과 액체상에서 이산화탄소의 몰분율(x) 사이의 평형관계가 $y=0.1x$ 로 주어질 때, 기체상 기준 총괄 물질전달계수(K_y)의 값 [$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$]은? (단, 이산화탄소에 대한 액체상 기준 물질전달계수(k_x)는 $0.1\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 기체상 기준 물질전달계수(k_y)는 $0.5\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 이다.)
- ① 1/30 ② 1/10
 - ③ 1/6 ④ 1/3

8. 이중관 열교환기의 안쪽 파이프 내부 쪽의 열전달계수가 $600\text{W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 이고, 파이프 외부 쪽의 열전달계수가 $500\text{W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 일 때, 파이프 내부 면적을 기준으로 한 총괄 열전달계수의 값 [$\text{W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$]은? (단, 안쪽 파이프의 안지름은 5cm, 두께는 0.5cm이며, 파이프 벽면에서 전도를 통한 열전달 저항은 무시한다.)

- ① 300 ② 400
③ 500 ④ 600

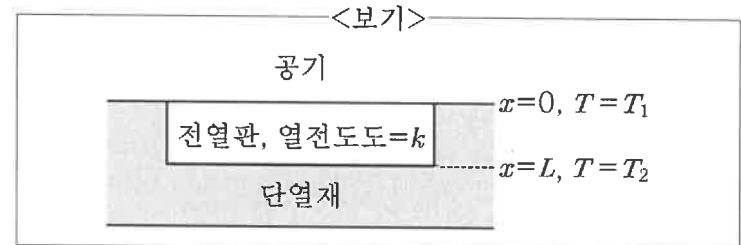
9. 섞이지 않고 점도가 서로 다른 두 가지 뉴턴 유체 A와 B가 두 평판 사이에서 압력차에 의하여 완전발달 상태로 흐를 때에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 두 평판은 고정되어 있으며, 아래층에 유체 A, 위층에 유체 B가 흐르고 있다. 주 흐름 방향(z 방향)으로의 1차원 흐름만을 고려하고, 속도 분포는 z 방향의 수직 방향(x 방향)으로만 변화한다.)

- ① 두 유체의 경계면에서 두 유체의 속도는 동일하다.
② 두 유체의 경계면에서 두 유체의 전단응력은 동일하다.
③ 전단응력을 x 방향에 따라서 도시하였을 때 선형 분포를 나타낸다.
④ 두 유체의 경계면에서 속도 분포의 x 방향 접선의 기울기는 동일하다.

10. 열전달과 물질전달에서 유사한 의미를 가진 무차원 수를 가장 옳게 짝지은 것은?

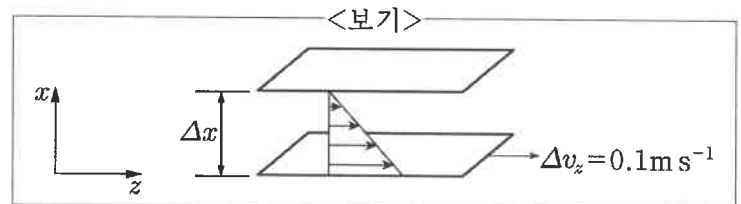
- ① Grashof수 - Schmidt수, Nusselt수 - Lewis수
② Nusselt수 - Schmidt수, Prandtl수 - Sherwood수
③ Prandtl수 - Schmidt수, Nusselt수 - Sherwood수
④ Stanton수 - Schmidt수, Prandtl수 - Reynolds수

11. 두께가 L 이고 단면적이 A 인 직육면체의 전열판이 <보기>와 같이 세라믹 단열재에 설치되어 있다. 전열판에 공급되는 모든 전력은 전열판을 통하여 정상상태의 열에너지(W)로 발산된다. 전열판의 열전도도가 k 이고, 전열판의 상부 표면 온도는 T_1 으로 일정한 경우, 전열판의 하부 표면 온도 T_2 의 값은? (단, 전열판과 단열재 사이에 열전달 저항은 없으며, 1차원 열전달이다.)



- ① $\frac{L}{2k} + T_1$
② $\frac{L}{k} \frac{W}{A} + T_1$
③ $\frac{L}{2k} \frac{W}{A} + T_1$
④ $\frac{L}{2k} \frac{W}{A}$

12. <보기>에서 두 평판 사이의 거리(Δx)가 0.002m, z 방향으로의 속도차이(Δv_z)가 0.1m s^{-1} 이고, 두 평판 사이에 채워진 비압축성 뉴턴 유체의 점도가 1.2cP일 때, 전단응력 τ_{xz} 의 크기 [N m^{-2}]는?

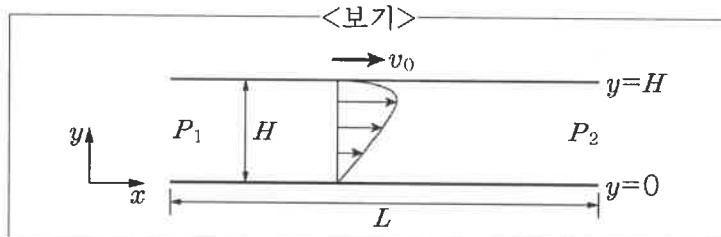


- ① 0.06 ② 0.6
③ 6 ④ 60

13. 유체 내의 반지름이 r 인 작은 구의 종말속도(v)를 측정하여 유체의 점도(μ)를 구할 수 있는 관계식으로 가장 옳은 것은? (단, 구와 유체의 밀도는 각각 ρ_s 와 ρ 이고, 중력 가속도는 g 이며, Reynolds수는 0.1보다 매우 작다.)

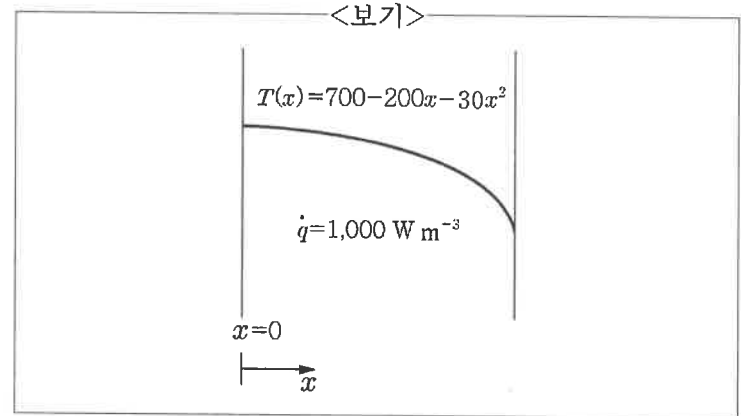
- ① $\mu = \frac{2}{9}r^2(\rho - \rho_s)g/v$
 ② $\mu = \frac{2}{9}r^2(\rho_s - \rho)g/v$
 ③ $\mu = \frac{4}{9}r^2(\rho - \rho_s)g/v$
 ④ $\mu = \frac{4}{9}r^2(\rho_s - \rho)g/v$

14. 점도가 μ 인 비압축성 뉴턴 유체가 <보기>와 같이 길이 L 인 평행판 사이를 흐르고 있다. 위 판은 일정한 속도 v_0 로 움직이고 있고 아래 판은 정지하고 있다. 또, 판 전체 길이 L 에 걸친 압력 차이는 $\Delta P(=P_1 - P_2, P_1 > P_2)$ 이다. 이때, 평행판 사이($0 < y < H$)에서 x 방향의 유체 속도가 최대가 되는 위치의 y 값[cm]은? (단, $v_0 = 1\text{cm s}^{-1}$, $H = 10\text{cm}$, $L = 1\text{m}$, $\Delta P = 1,000\text{Pa}$, $\mu = 200\text{Pa s}$ 이며, x 방향의 일차원 정상상태 흐름만을 고려한다.)



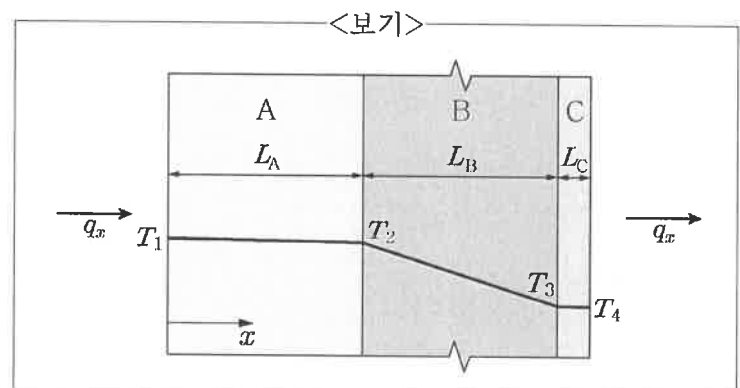
- ① 3 ② 5
 ③ 6 ④ 7

15. <보기>와 같이 특정 시점에서 1m 두께를 갖는 벽 내부의 지점 $x[\text{m}]$ 에서의 온도 $T(x)[^\circ\text{C}]$ 가 $T(x) = 700 - 200x - 30x^2$ 의 식을 따른다. 벽 내부에는 균일한 열 생성률 $\dot{q} = 1,000\text{W m}^{-3}$ 이 존재할 때, $x = 0.5\text{m}$ 에서 시간에 따른 온도의 변화율 $[\text{^\circ C s}^{-1}]$ 은? (단, x 방향으로의 열전달만 고려하며, 벽의 밀도는 $2,000\text{kg m}^{-3}$, 정압 비열은 $2.5\text{kJ kg}^{-1} \text{^\circ C}^{-1}$, 열전도도는 $50\text{W m}^{-1} \text{^\circ C}^{-1}$ 이다.)



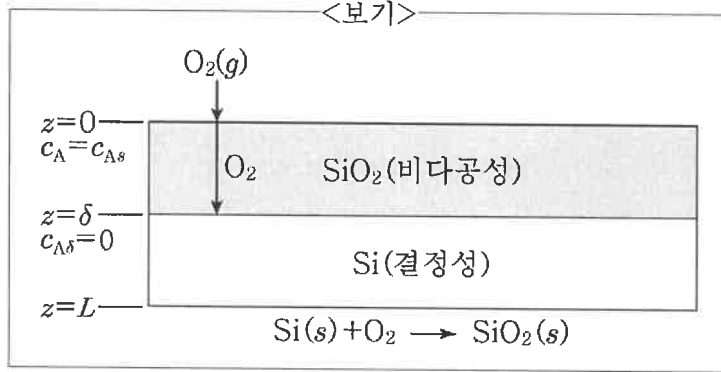
- ① -2×10^{-4}
 ② -4×10^{-4}
 ③ -6×10^{-4}
 ④ -8×10^{-4}

16. <보기>와 같이 왼쪽부터 순서대로 고체 A, 고체 B, 고체 C 3개의 층으로 된 벽이 정상상태의 열전달 상황에 있다. 내부 표면 온도(T_1)는 $1,350\text{K}$, 외부 표면 온도(T_4)는 300K 일 때 가장 옳지 않은 것은? (단, x 방향으로의 열전달만 고려한다. 각 층의 두께는 $L_A = 30\text{cm}$, $L_B = 30\text{cm}$, $L_C = 5\text{cm}$ 이며, 각 층의 열전도도는 $k_A = 1.50\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$, $k_B = 0.06\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$, $k_C = 1.0\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ 이다.)



- ① 열전달 저항을 모두 합한 단위 면적(1m^2)당 총괄 열저항은 5.25K W^{-1} 이다.
 ② 열전달속도는 200W 이다.
 ③ 경계면의 온도 T_2 는 $1,310\text{K}$ 이다.
 ④ 경계면의 온도 T_3 는 320K 이다.

17. <보기>의 Si 웨이퍼 표면 위에 SiO_2 필름이 형성되는 반도체 공정에서 O_2 분자는 SiO_2 고체에 녹아 확산하여 Si/ SiO_2 표면에서 Si와 반응한다. 이때 O_2 가 SiO_2 필름으로 확산하는 과정이 전체 산화 공정의 속도를 결정하는 단계이다. 시간(t)에 따른 SiO_2 층의 두께 δ 를 옳게 표현한 것은? (단, M_B 는 SiO_2 의 분자량, D_{AB} 는 SiO_2 로 확산하는 O_2 의 확산계수, c_{As} 는 O_2 의 표면 농도, ρ_B 는 SiO_2 의 밀도이다.)



- ① $\delta = \sqrt{\frac{M_B D_{AB} c_{As}}{\rho_B} t}$
 ② $\delta = \sqrt{\frac{2M_B D_{AB} c_{As}}{\rho_B} t}$
 ③ $\delta = \sqrt{\frac{3M_B D_{AB} c_{As}}{\rho_B} t}$
 ④ $\delta = \sqrt{\frac{4M_B D_{AB} c_{As}}{\rho_B} t}$

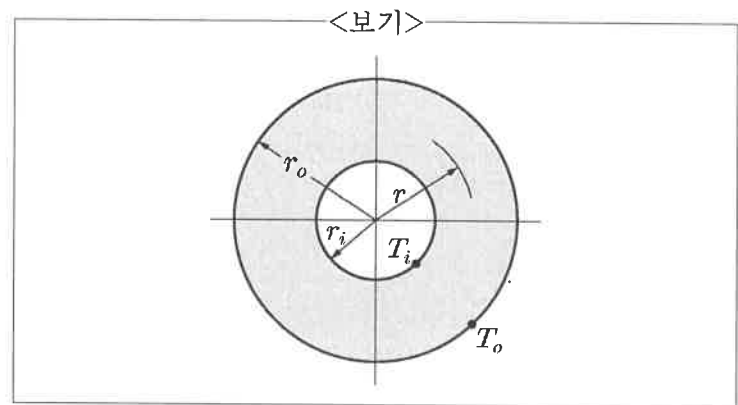
18. 대류 물질전달계수를 해석하기 위한 모델에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 침투이론(penetration theory)에서는 기-액 상계면으로 올라온 유체 요소의 평균 노출 시간을 이론적으로 예측할 수 있다.
 ② 침투이론에서는 대류 물질전달 계수가 확산계수의 $1/2$ 제곱에 비례한다.
 ③ 경막이론(film theory)에서는 경계면 위로 흐르고 있는 유체에 전체 물질전달에서와 같은 양의 저장 값을 갖는 가상의 유체막이 존재한다고 가정한다.
 ④ 경막이론에서는 물질전달 계수가 확산계수에 정비례한다.

19. 직경이 5cm인 구형 물체 A를 초기에 균일한 온도 20°C 상태로 있다가 온도 100°C 로 유지되는 액체 속에 넣었다. 이때 구형 물체 A의 평균 온도가 40°C 가 될 때까지 걸린 시간이 16초였다. 열전도도가 A 물체의 2배이고, 열용량은 4배인 구형 물체 B의 직경이 10cm일 때, 같은 조건에서 구형 물체 B의 평균 온도가 40°C 가 될 때까지 걸리는 시간[초]은? (단, 물체 A와 B의 밀도는 동일하며, 구형 물체의 표면온도는 액체 속에 넣는 순간 액체의 온도와 같아진다고 가정한다.)

- ① 32
 ② 64
 ③ 128
 ④ 256

20. <보기>와 같이 속이 빈 구형 고체의 중심으로부터 바깥쪽 방향으로만 정상상태 열전도가 일어날 때, 위치 r 에 따른 온도 분포함수 $T(r)$ 을 옳게 표현한 것은? (단, 매질 내 열전도도는 k 로 일정하고, 내부($r=r_i$)와 외부($r=r_o$) 표면의 온도는 각각 T_i , T_o 로 일정하다.)



- ① $T(r) = T_i - (1/r_i - 1/r)(T_i - T_o)/(1/r_i - 1/r_o)$
 ② $T(r) = T_i - (1/r_o - 1/r)(T_i - T_o)/(1/r_o - 1/r_i)$
 ③ $T(r) = T_i - \ln(r/r_i)(T_i - T_o)/\ln(r_o/r_i)$
 ④ $T(r) = T_i - \ln(r/r_o)(T_i - T_o)/\ln(r_i/r_o)$