

1. 물질의 확산에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 고체상 내에서의 물질 확산은 빈자리(vacancy) 확산과 틈새(interstitial) 확산 등으로 설명할 수 있다.
- ② 액상에서 콜로이드 입자가 확산하는 경우는 Stokes-Einstein 식으로 설명할 수 있다.
- ③ 매우 작은 모세관 기공 내부에서 액체 분자가 확산하는 경우는 Knudsen 확산으로 설명할 수 있다.
- ④ 고체상 내에서의 물질 확산이 온도에 의존하는 경향은 Arrhenius 식으로 설명할 수 있다.

2. 운동량, 열, 물질 전달현상에 대한 비례상수로 사용되는 각 전달계수와 전달계수의 단위를 잘못 짝지은 것은?

	전달계수	단위
①	절대점도	$\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$
②	열전도도	$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
③	대류열전달계수	$\text{W m}^{-2}\text{K}^{-1}$
④	확산계수	$\text{kg m}^2\text{s}^{-1}$

3. 비정상상태 열전달을 해석하기 위해 총괄 매개변수 분석(lumped parameter analysis)을 적용할 수 있는 조건으로 가장 옳은 것은?

- ① 대류 저항이 전도 저항보다 훨씬 크다.
- ② 내부 저항이 표면 저항보다 훨씬 크다.
- ③ 매질 표면으로의 대류에 의한 열전달이 내부로 침투하는 전도에 의한 열전달보다 훨씬 빠르다.
- ④ 전체 열전달 속도를 결정하는 단계는 전도에 의한 열전달 단계이다.

4. 라울의 법칙을 따르는 화학물질 A와 B로 이루어진 이성분계 용액에 대해서 A와 B의 증기압이 각각 300kPa과 120kPa일 때, B에 대한 A의 상대 휘발도는?

- ① 1.5                      ② 1.7
- ③ 2.5                      ④ 3.0

5. 두 개의 고정막 A, B가 순차적으로 배열되어 있다. A의 왼쪽면의 농도는  $C_1$ , B의 오른쪽면의 농도는  $C_2$ 로 각각 유지되고 있으며,  $C_1 > C_2$ 이다. 또한 A, B의 확산계수는 각각  $D_1$ ,  $D_2$ 이고, 두께는 각각  $L_1$ ,  $L_2$ 일 때, A와 B 사이 경계면에서의 농도로 옳은 것은? (단, 고정막 내에서 두께 방향으로의 정상상태 1차원 확산만 존재하고, 반응은 없으며, 농도구배는 선형이다.)

- ①  $\frac{C_1 L_2 + C_2 L_1}{L_1 + L_2}$
- ②  $\frac{C_1 D_1 L_2 + C_2 D_2 L_1}{D_1 L_2 + D_2 L_1}$
- ③  $C_2 + \frac{C_1 - C_2}{\frac{L_1}{D_1} + \frac{L_2}{D_2}} \cdot \frac{L_2}{D_2}$
- ④  $C_1 - \frac{C_1 - C_2}{\frac{L_1}{D_1} + \frac{L_2}{D_2}} \cdot \frac{L_1}{D_1}$

6. 단면적이 일정한 수평 원형관 내 층류 유동의 특징으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

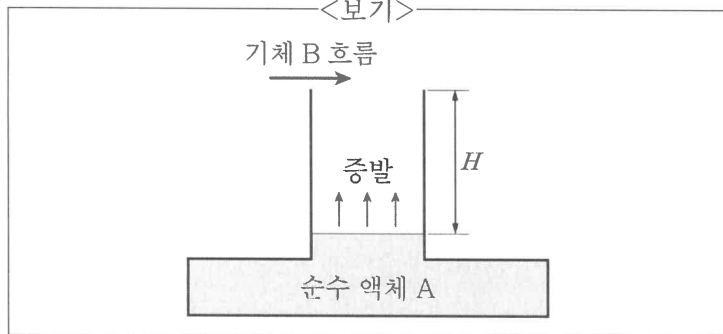
—<보기>—

- ㄱ. 층류 유동에서는 유체 입자들이 서로 뒤섞이지 않고 평행하게 흐른다.
- ㄴ. 층류 유동은 일반적으로 Reynolds 수가 4,000 이상일 때 발생한다.
- ㄷ. 층류 유동에서는 유속 분포가 포물선형인 경우가 있다.
- ㄹ. 층류 유동에서는 관성력이 점성력보다 지배적이다.

- ① ㄱ, ㄷ                      ② ㄴ, ㄹ
- ③ ㄱ, ㄷ, ㄹ              ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

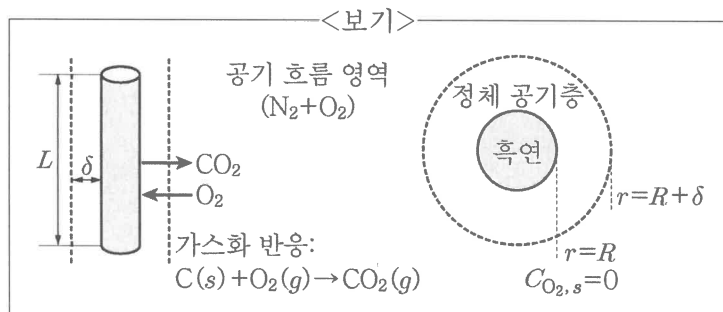


11. <보기>는 물질의 확산계수를 측정하기 위하여 사용되는 Arnold 확산 셀이다. 셀 상단부의 출구 주위에는 액체 A에 대해 용해성이 없고 화학적으로도 불활성인 기체 B가 흐르고 있으며, 셀 하단부에는 순수한 액체 A가 액체의 자유표면을 통하여 기화되고 있다. Arnold 확산 셀에서 일어나는 정상상태의 물질전달에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?



- ① Arnold 확산 셀에서 기화되는 A 물질의 몰 플럭스는 액체 자유표면에서 셀 출구까지의 길이(H)에 비례한다.
- ② Arnold 확산 셀에서 기체 B는 정체기체(stagnant)이다.
- ③ Arnold 확산 셀에서 기화되는 A 물질의 몰 플럭스는 확산 셀에서의 기체의 전체 몰농도에 비례한다.
- ④ Arnold 확산 셀에서는 단일성분 물질전달이 발생한다.

12. <보기>는 1atm, 1,100K의 고온 공기 흐름에 의한 원통형 흑연의 표면 산화를 나타낸 것이다. 흑연 표면에 형성되는 정체 공기층에 함유된  $O_2$ 가 흑연 표면의 C와 반응하여  $CO_2$  가스를 생성한다. 흑연 가스화 반응으로 인하여 흑연 표면에서  $O_2$ 의 농도는 0이 된다. 유입 공기의 압력을 2atm으로 증가시키는 경우, 흑연 표면의  $CO_2$  생성 속도 변화에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 정체 공기층에서 기체들의 확산계수와 전체 몰농도는 일정하고, 가스화 반응에 의한 흑연의 부피 변화는 없으며, 물질 전달은 흑연의 반지름 방향으로만 발생한다. 공급되는 공기는  $N_2$ 와  $O_2$ 로 구성되어 있다.)



- ① 2배 감소한다.
- ② 2배 증가한다.
- ③ 4배 감소한다.
- ④ 4배 증가한다.

13. 유체의 흐름에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 평판이 유체의 흐름에 직각으로 있을 경우에는 판의 뒷부분에 와류(vortex)가 형성되며, 유체의 압력 손실이 커지게 된다.
- ② 열전달이나 혼합을 촉진하고자 하는 경우에는 경계층의 분리가 바람직한 경우도 있다.
- ③ 평판에 평행하게 흐르는 유체의 경우에는 Reynolds 수  $10^5 \sim 10^6$  정도에서 난류의 발생이 시작한다.
- ④ 난류가 관 안에서 임계유속 이상일 때, 완전발달흐름에 도달하는 전이길이는 Reynolds 수에 선형적으로 비례한다.

14. 구형의 고체 A가 교반 탱크에서 물에 용해된다. 용해 과정에서 Sherwood 수는 4로 일정하다고 할 때, 직경이 2mm인 A의 완전 용해까지 걸리는 시간이 20초라면, 직경이 4mm인 A의 완전 용해까지 걸리는 최소 시간[초]은? (단, 용해 과정 중 반응은 없으며, 고체 A의 표면에서의 농도, 확산계수, 밀도가 항상 일정하고, 고체 A의 표면에서 부터 충분히 멀리 떨어진 위치에서 A의 농도는 0으로 가정한다.)

- |      |       |
|------|-------|
| ① 40 | ② 60  |
| ③ 80 | ④ 160 |

15. 공기는 이상기체이고 평균 분자량은  $30g\ mol^{-1}$ 이다. 해수면에서의 기압은 1atm이고 기온은 고도와 상관 없이 300K으로 일정하다. 중력가속도( $g$ )는  $10m\ s^{-2}$ , 기체 상수( $R$ )는  $8J\ K^{-1}mol^{-1}$ , 자연로그의 밑( $e$ )은 2.5로 가정할 때, 해발 8,000m인 산 정상에서의 기압[atm]은?

- |       |       |
|-------|-------|
| ① 0.2 | ② 0.4 |
| ③ 0.6 | ④ 0.8 |

16. 지름이 15.6cm인 실린더 안에 지름이 15cm인 수직 실린더를 중심이 같게 설치한다. 이 두 실린더 사이에 점도가 0.2Pa·s인 기름을 채운다. 바깥쪽 실린더를 고정된 상태에서 안쪽 실린더를 120rpm으로 회전시킬 경우, 바깥쪽 실린더에서의 전단응력[Nm<sup>-2</sup>]은? (단, 기름은 비압축성 뉴턴 유체이고, 흐름은 등온, 정상상태, 완전 발달층류이다. 원주율( $\pi$ )은 3으로 가정한다.)

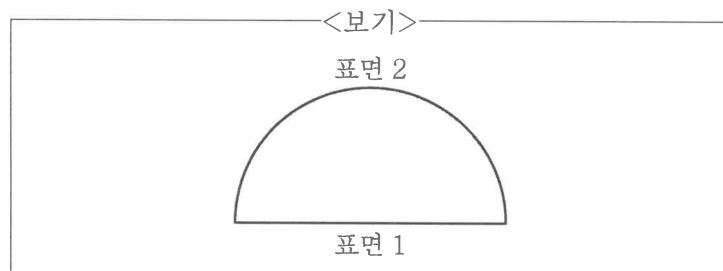
- ① 20                      ② 40  
③ 60                      ④ 80

17. 상온의 유체가 고온으로 유지되고 있는 길이가 1m이고 폭이 0.2m인 평판 위를 판의 길이 방향으로 평행하게 흐르고 있다. 평판의 선단(leading edge)으로부터 임의의 길이  $x$ 에서의 국부 Nusselt 수( $Nu_x$ )는 <보기>와 같이 Prandtl 수( $Pr$ )와 국부 Reynolds 수( $Re_x$ )로 표현될 때, 평판 전체에 대한 평균 대류열전달계수( $h$ ) [ $W m^{-2} C^{-1}$ ]는? (단, 유체의 자유흐름속도는  $0.1 m s^{-1}$ , 열전도도( $k$ )는  $0.1 W m^{-1} C^{-1}$ , 동점도( $\nu$ )는  $0.1 \times 10^{-4} m^2 s^{-1}$ ,  $Pr$ 는 1.0으로 가정한다.)

$$\text{Nu}_x = 0.3 \text{Pr}^{1/3} \text{Re}_x^{1/2}$$

- ① 3                      ② 6  
③ 15                    ④ 30

18. <보기>와 같은 내경이 10cm인 반원의 단면을 가진 도관에 대한 무차원 보기인자(view factor)  $F_{22}$ 는? (단, 도관이 매우 길기 때문에 양끝의 효과는 무시하고, 원주율( $\pi$ )은 3으로 가정한다.  $F_{ij}$ =표면  $i$ 를 출발하여 표면  $j$ 에 도달하는 에너지 비율)

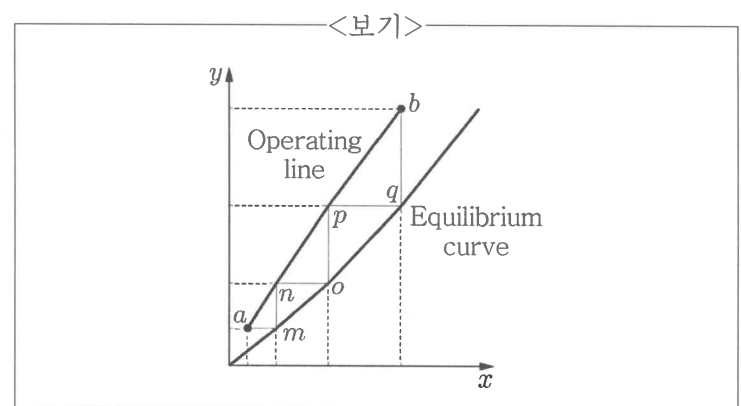


- ① 0                      ②  $\frac{1}{3}$   
③  $\frac{2}{3}$                     ④ 1

19. 향류(counter flow) 이중관 열교환기에서 기름이 20°C로 들어가는 냉각수에 의해 90°C에서 40°C까지 냉각된다. 기름과 냉각수의 질량 유량은 같다. 총괄 열전달계수 ( $U$ )는  $500 \text{ W m}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 이고, 관의 열저항은 무시할 때, 열교환기의 단위 면적당 열전달 속도 [ $\text{W m}^{-2}$ ]는? (단, 열교환기는 열손실이 없는 정상상태로 운전되고, 기름의 비열은  $0.8 \text{ J g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , 냉각수의 비열은  $4 \text{ J g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 이며,  $\ln 2 = 0.7$ ,  $\ln 3 = 1$ ,  $\ln 7 = 2$ 로 계산한다.)

- ① 10,000                      ② 15,000  
③ 20,000                      ④ 22,500

20. <보기>는 전형적인 기체 흡수탑에 대한 조작선(operating line)과 평형 곡선(equilibrium curve)이다. McCabe-Thiele 법을 이용해 조작선과 평형 곡선으로부터 흡수탑의 이상단 수를 도식적으로 구할 수 있을 때, 맨 윗단, 즉 첫 번째 이상단을 나가는 액상 및 기상 물분율( $x_1, y_1$ )의 위치는? (단,  $x, y$ 는 액상 및 기상 물분율이고, 기체는 탑 하부에서, 액체는 탑 상부에서 공급된다.)



- ①  $p$   
②  $o$   
③  $n$   
④  $m$