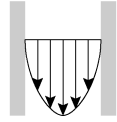


## 전달현상

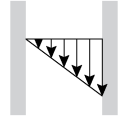
1. 그림은 수직으로 평행하게 고정된 두 판 사이를 Newton 유체가 층류로 흐를 때 유체의 속도분포를 나타낸다. 오른쪽 판이 수직 상방 또는 수직 하방으로 일정한 속도로 이동할 때, 판의 이동방향과 정상상태에서 유체의 속도분포를 바르게 짝지은 것은?



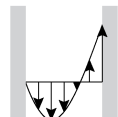
판의 이동방향

유체의 속도분포

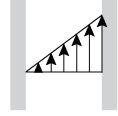
① 상방 이동



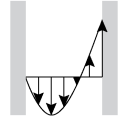
② 상방 이동



③ 하방 이동



④ 하방 이동



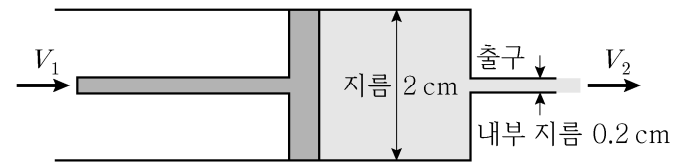
2. 비압축성 Newton 유체가 원형도관 내에서 정상상태의 완전발달된 층류로 흐르고 있다. 이 상태에서 원형도관의 반지름만 2배로 늘릴 때, 유량은 몇 배로 증가하는가?

① 2  
② 4  
③ 8  
④ 16

3. 전도 열저항에 대한 대류 열저항의 비를 표현한 무차원 수는?

① Stanton 수  
② Nusselt 수  
③ Grashof 수  
④ Reynolds 수

4. 비압축성 유체로 채워진 주사기에서 피스톤의 이동 속도( $V_1$ )가  $4 \text{ cm s}^{-1}$ 일 때, 출구로 유출되는 유체의 속도( $V_2$ )는? (단, 주사기 내부 및 출구 내부의 단면은 원형이다)



①  $0.4 \text{ m s}^{-1}$   
②  $1 \text{ m s}^{-1}$   
③  $2 \text{ m s}^{-1}$   
④  $4 \text{ m s}^{-1}$

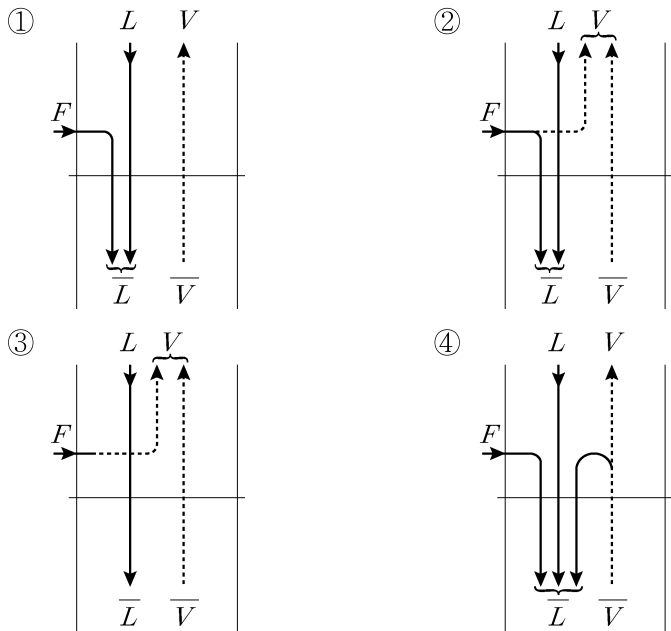
5. 내부 지름이 20 cm인 원형도관에서 비압축성 Newton 유체의 흐름에 대한 Reynolds 수가 1,000이다. 이 원형도관의 유체가 유량의 변화 없이 내부 지름이 5 cm인 원형도관으로 연결되어 흐른다면 내부 지름이 5 cm인 관에서의 Reynolds 수는? (단, 온도는 일정하다)

① 1,000  
② 2,000  
③ 3,000  
④ 4,000

6. 물질전달에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 한 구성 성분이 고농도 영역에서 저농도 영역으로 이동하는 것을 물질전달이라 할 수 있다.  
② 한 잔의 블랙커피에 각설탕을 넣고 스푼으로 저으면 물질전달속도는 빨라진다.  
③ 액액 추출(liquid-liquid extraction)은 물질전달의 원리를 이용한다.  
④ 복사(radiation)는 물질전달 현상이다.

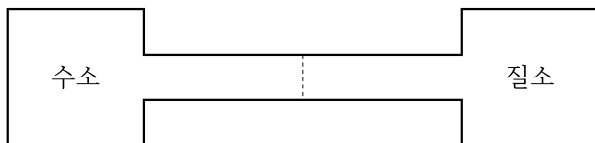
7. 포화증기 상태의 원료를 원료공급단에 공급( $F$ )했을 때 증류탑 내부의 흐름으로 옳은 것은? (단,  $L$ 과  $\bar{L}$ 은 액체의 유량,  $V$ 와  $\bar{V}$ 는 기체의 유량을 의미한다)



8. Fick의 제1법칙에 따르는 기체의 분자의 확산계수는  $30 \text{ m}^2 \text{ min}^{-1}$ 이고 분자 확산 플럭스(flux)는  $x$ 축 방향으로  $0.1 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 이라고 할 때,  $x$ 축 방향의 농도구배 [ $\text{mol m}^{-4}$ ]는?

- ① 0.8  
② 0.6  
③ 0.4  
④ 0.2

9. 연결부의 가운데가 칸막이로 막혀 있는 두 개의 동일한 크기의 용기에 각각 수소와 질소가 충전되어 있고 온도와 압력은 일정하다. 칸막이를 제거한 이후 두 기체의 몰 플럭스(flux)와 질량 플럭스에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 수소와 질소는 이상기체로 가정하고 용기 내에서 화학반응은 일어나지 않는다. 두 물질의 확산계수는 동일하며, 칸막이의 부피는 무시한다)

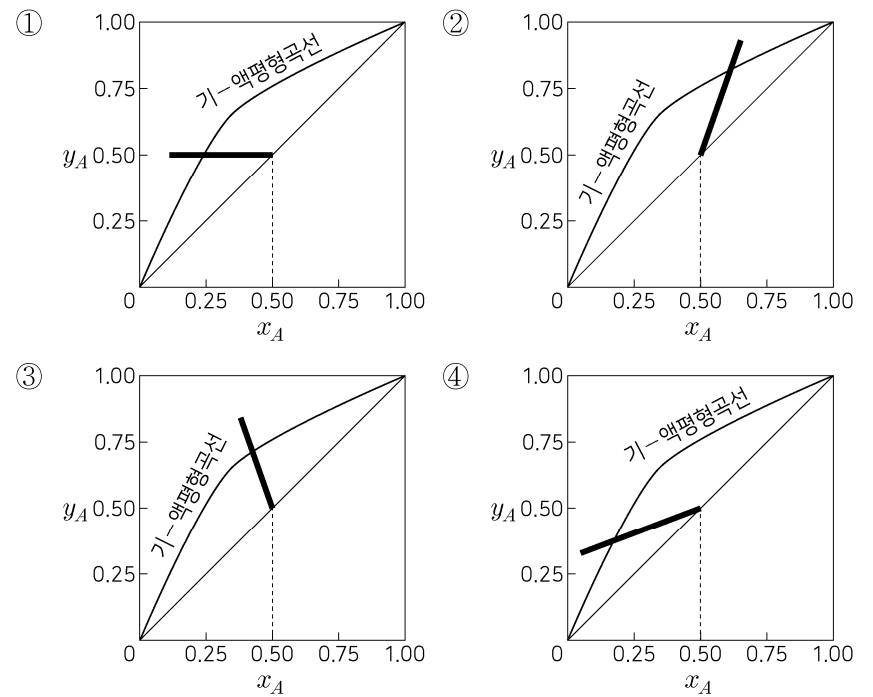


- ① 수소의 몰 플럭스 = 질소의 몰 플럭스  
② 수소의 몰 플럭스 < 질소의 몰 플럭스  
③ 수소의 질량 플럭스 > 질소의 질량 플럭스  
④ 수소의 질량 플럭스 = 질소의 질량 플럭스

10. 단열상태의 이중관 열교환기에서 수증기가  $400^\circ\text{C}$ 로 공급되어  $300^\circ\text{C}$ 로 배출된다. 열용량계수가 수증기의 2배인 유체가  $200^\circ\text{C}$ 의 온도로 수증기 공급 질량유량의 2배만큼 공급되어 수증기와 열교환을 할 때, 배출되는 유체의 온도 [ $^\circ\text{C}$ ]는? (단, 정상상태로 운전되고, 열손실은 없으며, 열교환이 일어나는 내부 도관의 열저항은 무시한다)

- ① 225  
② 250  
③ 275  
④ 300

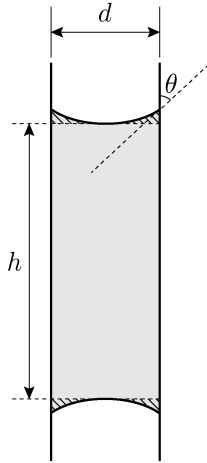
11. 증류탑의 이론단수(theoretical stage)를 구할 때 사용하는 McCabe-Thiele 방법에서 원료공급선(feed line)은 원료의 상태에 따라 다르게 표시된다. 끓는점이  $100^\circ\text{C}$ 인 물질 A와 끓는점이  $150^\circ\text{C}$ 인 물질 B가 등몰비(equimolar ratio)로 혼합되어  $40^\circ\text{C}$ , 1 atm 조건의 차가운 액체로 증류탑에 공급될 경우, 해당 공정의 원료공급선(—)으로 옳은 것은? (단,  $x_A$ ,  $y_A$ 는 각각 액상, 기상에서 성분 A의 몰분율이며, 다른 모든 조건은 동일하다)



12. 희박용액(dilute solution) 내의 거대 구형 분자에 대한 확산도를 설명하는 Stokes-Einstein 방정식에 포함되는 변수가 아닌 것은?

- ① 용매 밀도  
② 용매 점도  
③ 용액 온도  
④ 구형 분자 크기

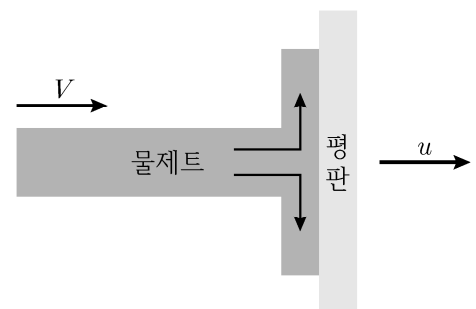
13. 지평면에 수직으로 허공에 고정된 내부 지름  $d$ 의 모세관 내부에 높이  $h$ 만큼 물이 들어 있다. 물이 모세관 내에서 아래로 흘러내리지 않도록 하는 데 필요한 최소 마찰력의 크기를 구하는 식은? (단, 물의 밀도는  $\rho$ 이고,  $g$ 는 중력가속도이며, 물과 모세관 사이의 접촉각은  $\theta$ 이고, 계면장력은  $\gamma$ 이며, 빗금친 부분의 물의 부피는 무시한다)



- ①  $\rho gh\pi(d/2)^2$   
 ②  $\pi d\gamma\cos\theta + \rho gh\pi(d/2)^2$   
 ③  $\rho gh\pi d^2$   
 ④  $2\pi d\gamma\cos\theta + \rho gh\pi d^2$
14. 등온 및 등압 조건에서 유체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?  
 ① 유체의 점도는 전단응력과 전단률에 의해 결정된다.  
 ② Newton 유체의 점도는 전단률이 변해도 일정하다.  
 ③ 팽창성유체(dilatant)는 전단률이 증가하면 점도가 감소한다.  
 ④ 점탄성 유체는 외부전단응력이 사라질 경우 원래 형태로 돌아가려는 거동을 나타낸다.
15. 혼합물에서 물질  $B$ 에 대한 물질  $A$ 의 상대휘발도  $\alpha_{AB}$ 에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 액체와 기체는 이상용액과 이상기체로 가정한다)  
 ①  $K_i$ 가 성분  $i$ 의 분배계수일 때,  $\alpha_{AB} = \frac{K_A}{K_B}$ 이다.  
 ②  $P'_i$ 가 성분  $i$ 의 포화증기압일 때,  $\alpha_{AB} = \frac{P'_A}{P'_B}$ 이다.  
 ③  $x_i$ 와  $y_i$ 가 각각 평형상태에서 성분  $i$ 의 액상과 기상의 몰분율일 때,  

$$\alpha_{AB} = \frac{x_A/y_A}{x_B/y_B}$$
이다.  
 ④  $\alpha_{AB}$ 값이 클수록 두 물질의 혼합물을 증류로 분리하기 위한 최소 이론단수는 감소한다.

16. 직교형 좌표계에서 비압축성 유체의 속도  $\mathbf{v} = (v_x, v_y, v_z) = (ax, -3ay, 2z)$ 가 연속방정식을 만족할 때, 상수  $a$ 의 값은?  
 ① 1  
 ② 0.5  
 ③ -0.5  
 ④ -1
17. 일정한 열전도도의 두께가  $L$ 인 판을 통해 열전달이 되고 있다. 판의 면은 매우 넓어서 끝부분 효과는 무시하고, 열은 두께방향 ( $x$ 축)으로만 흐르며 내부에너지 생성이 없는 정상상태의 열전도를 가정한다. 판의 온도( $T$ )는  $x = 0$ 에서  $200^\circ\text{C}$ 이고  $x = L$ 에서  $0^\circ\text{C}$ 이다. 이 열전달에 대한 방정식으로 옳은 것은?  
 ①  $\frac{d^2 T}{dx^2} = 0$   
 ②  $\frac{d^2 T}{dx^2} = T(x)$   
 ③  $\frac{d^2 T}{dx^2} = \frac{200}{L}$   
 ④  $\frac{d^2 T}{dx^2} = \frac{200}{L}x$
18. 그림과 같이, 움직이는 평판에 수직으로 물제트(water jet)가  $V \text{ m s}^{-1}$ 의 속도로 분사되고 있다. 물제트의 단면적은  $0.001 \text{ m}^2$ 이고, 유량은  $0.1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ 이다.  $V$ 와 같은 방향으로 평판이  $u = 10 \text{ m s}^{-1}$ 로 움직일 때, 정상상태에서 평판이 받는 힘[N]은? (단, 중력과 마찰은 무시하고, 물제트는 평판 충돌 시 평판의 표면과 평행한 모든 방향으로 똑같이 퍼지며, 물의 밀도는  $1 \text{ g cm}^{-3}$ 이다)



- ① 90  
 ② 810  
 ③ 8,100  
 ④ 9,000

19. 직경 0.2 m의 작은 구형 흑체가 표면 온도 1,000 K에서 복사에너지를 방출하고 있으며, 구의 주변을 완전히 둘러싸는 진공 상태의 흑체 방 내벽의 온도는 500 K이다. 정상상태에서 구형 흑체와 흑체 방 내벽 사이의 순복사에너지전달량[W]은? (단, Stefan-Boltzmann 상수는  $5.0 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ 으로 가정한다)

- ①  $925\pi$   
 ②  $1,875\pi$   
 ③  $3,750\pi$   
 ④  $5,365\pi$

20. 냉각핀(cooling fin)의 효율을 계산하기 위한 열전달 수식은 Biot 수를 사용하여 표현할 수 있다. Biot 수에 영향을 주는 변수만을 모두 고르면?

- ㄱ. 핀의 열전도도  
 ㄴ. 유체의 대류 열전달계수  
 ㄷ. 핀-유체 접촉 유효길이  
 ㄹ. 열전달 시간

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

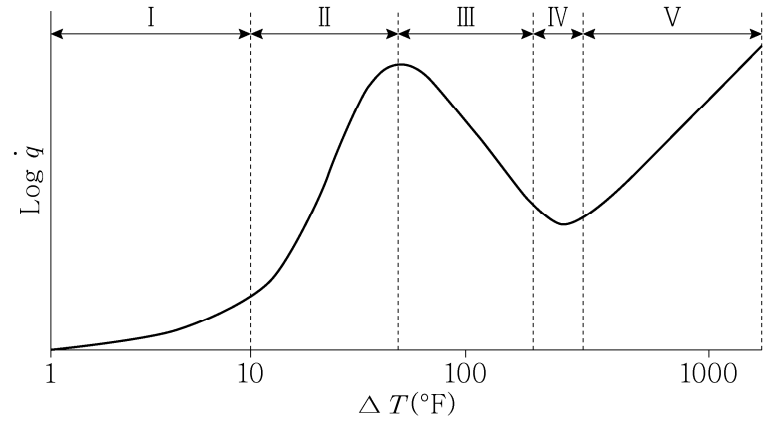
21. 온도  $56^\circ\text{C}$ , 질량 50 g인 금속을 온도  $20^\circ\text{C}$ , 질량 100 g인 물에 넣었다. 일정 시간이 지난 후 열평형이 이루어졌을 때 두 물질의 온도[ $^\circ\text{C}$ ]는? (단, 금속과 물의 비열은 각각  $1 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $4 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 로 가정하고, 열교환은 물과 금속 사이에서만 발생한다)

- ① 22  
 ② 23  
 ③ 24  
 ④ 25

22. 폭이  $W$ 이고 길이가  $L$ 인 두 평판(간격  $\ll W, L$ ) 사이에서 비압축성 Newton 유체가 길이 방향 압력차에 의해 길이 방향으로 정상상태의 완전발달된 층류유동을 하고 있다. 이 상태에서 두 평판의 간격만 2배로 늘릴 때, 유체의 평균속도는 몇 배로 증가하는가?

- ① 2  
 ② 4  
 ③ 8  
 ④ 16

23. 그림은 대기압에서 물에 잠긴 열선 시스템의 잠김비등(pool boiling) 곡선을 나타낸 것이다. 영역과 비등 형태를 바르게 짝지은 것은? (단,  $\dot{q}$  = 열선 표면에서의 열 플럭스(flux),  $\Delta T$  = 열선표면온도 - 포화수온도)



- ① I - 막비등  
 ② II - 핵비등  
 ③ III - 자연대류  
 ④ V - 전이비등

24. 열전달과 관련된 무차원 수에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 자연대류에서 Nusselt 수는 Rayleigh 수( $Ra$ )와 상관관계가 있으며, 기하학적 형상과 무관하게  $Ra^{1/3}$ 에 비례하여 증가한다.  
 ② Lewis 수는 열확산도와 물질확산도의 비를 나타내며, 물질과 에너지가 동시에 전달되는 공정의 해석에 사용된다.  
 ③ 자연대류에서 Nusselt 수는 Reynolds 수와 Prandtl 수의 곱으로 정의된다.  
 ④ Prandtl 수는 고체 내의 열전도율과 열에너지 저장률의 비를 나타낸다.

25. 구형 고체 물질이 승화하고 있는 시스템의 Sherwood 수( $Sh$ )는  $Sh = 2 + 0.552 Re^{1/2} Sc^{1/3}$ 의 물질전달 관계식으로 해석된다. 이 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 강제대류 상황에서 승화 속도는 Reynolds 수( $Re$ )와 Schmidt 수( $Sc$ )가 증가함에 따라 빨라지며, 그 증가율은 점차 감소한다.  
 ② 강제대류 상황에서 대류물질전달 계수는 기체의 동점도 변화보다 유속 변화에 더 큰 영향을 받는다.  
 ③ 강제대류 상황에서 구의 반지름은 대류물질전달 계수에 영향을 주지 않는다.  
 ④ 관계식에서 강제대류전달이 없는 경우  $Sh$ 는 2이다.