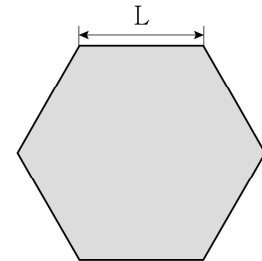


## 전달현상

- 문 1. 내경이 1 cm인 원형 수평관을 통해 물이 층류(laminar flow)로 흐른다. 이 관 중심에서의 유속이  $0.2 \text{ m s}^{-1}$ 일 때, 레이놀즈 수는? (단, 물의 흐름은 정상상태의 완전발달된 흐름이며, 물의 밀도와 점도는 각각  $1 \text{ g cm}^{-3}$ 와  $1 \text{ cP}$ 이다)
- ① 100                                      ② 200  
③ 1,000                                    ④ 2,000
- 문 2. Hagen-Poiseuille 식이 적용되는 유체의 흐름에서 관의 반지름이 2배로 커질 때, 부피유량은? (단, 관의 길이, 압력차, 점도는 일정하다)
- ① 절반으로 줄어든다.  
② 그대로 일정하다.  
③ 4배가 된다.  
④ 16배가 된다.
- 문 3. 직경이 각각 0.5 mm와 1 mm인 두 구형 입자가 정지유체 내에서 하강하여 종말속도에 도달한다. 두 입자의 레이놀즈 수가 모두 1 미만일 때, 직경이 작은 입자의 종말속도에 대한 직경이 큰 입자의 종말속도의 비는? (단, 두 입자의 밀도는 같다)
- ① 2    ② 4  
③ 8    ④ 16
- 문 4. 금속 실린더에서 실린더  $1 \text{ m}^3$ 당  $1,000 \text{ W}$ 의 열에너지가 발생하고 있다. 이 실린더 외부 표면에서의 열플럭스(heat flux)가  $1 \text{ W m}^{-2}$ 일 때, 이 실린더의 반지름[mm]은? (단, 실린더의 길이가 충분히 길어서 실린더 양 끝의 원형 면적은 무시할 수 있고, 모든 열전달은 정상상태에서 일어난다)
- ① 1    ② 2  
③ 10    ④ 20
- 문 5. 평판 위에서 형성되는 유체의 경계층(boundary layer)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 경계층 이론은 레이놀즈 수가 증가함에 따라 전단응력의 영향을 받는 영역이 감소한다는 개념에 기반한다.  
② 경계층의 두께는 유체의 자유흐름속도(free stream velocity)의 99%에 도달하는 거리로 정의된다.  
③ 경계층 내부의 유체 흐름 거동은 흐름이 진행됨에 따라 층류에서 전이영역으로 변화하고 결국 난류로 바뀌게 된다.  
④ 경계층의 국부 레이놀즈 수는  $\frac{\delta v \rho}{\mu}$ 로 정의된다. 이때  $\delta$ 는 경계층의 두께,  $v$ 는 유체의 자유흐름속도,  $\rho$ 는 유체의 밀도,  $\mu$ 는 유체의 점도이다.

- 문 6. 고체 구 주위로 밀도, 점도 및 유속이 일정한 공기가 흐르고 있다. 공기 흐름에 대한 레이놀즈 수가 0.05일 때, 구의 단위표면적당 작용하는 평균 항력(drag force)은 공기의 단위부피당 평균 운동 에너지의 몇 배인가?
- ① 60  
② 120  
③ 600  
④ 1,200
- 문 7. 밀폐된 용기 안에 밀도가  $0.8 \text{ g cm}^{-3}$ 인 기름이 들어 있고, 기름 표면 위의 공기 압력이  $0.2 \text{ kgf cm}^{-2}$ 일 때, 기름 표면으로부터 2 m 아래 지점에서의 압력[ $\text{kgf cm}^{-2}$ ]은?
- ① 0.16  
② 0.28  
③ 0.36  
④ 1
- 문 8. 그림과 같이 한 변의 길이가 L인 정육각형 단면을 갖는 관의 상당직경(equivalent diameter)은?



- ①  $\frac{\pi}{3}L$   
②  $\sqrt{2}L$   
③  $\frac{\pi}{2}L$   
④  $\sqrt{3}L$
- 문 9. A와 B의 혼합용액 중 성분 A를 추출용매 C를 사용하여 추출한다. 추출상(extract phase)에서의 각 성분의 질량비는 A:B:C = 30:10:60이고, 추잔상(raffinate phase)에서의 각 성분의 질량비는 A:B:C = 10:70:20이다. 이때 성분 A에 대한 추출용매의 선택도(selectivity)는?
- ① 15  
② 21  
③ 27  
④ 33

문 10. 냉장고의 내부는 한 변이 2m인 정육면체이며, 밑바닥은 완전히 단열되어 있다. 냉장고 내부 표면과 외부 표면의 온도는 각각  $-10^{\circ}\text{C}$ 와  $35^{\circ}\text{C}$ 이다. 정상상태에서 냉장고 외부로부터의 열 유입을 500 W 이하로 유지하기 위하여 우레탄 단열재가 사용된다면, 이 단열재의 최소 두께[mm]는? (단, 냉장고 밑바닥 외의 모든 면에 같은 두께의 단열재를 사용하며, 단열재의 열전도도는  $0.03 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다. 단열재와 수직인 방향으로의 열전도만 고려하며, 단열재 외의 열저항은 무시한다)

- ① 34  
② 44  
③ 54  
④ 64

문 11. 대기압에서 벤젠과 톨루엔의 이성분 혼합 용액이 기액평형상태에 있다. 액체상에서 벤젠의 몰분율이 0.5이고 증기상에서 톨루엔의 몰분율이 0.2일 때, 톨루엔에 대한 벤젠의 상대휘발도(relative volatility)는?

- ① 2  
② 4  
③ 6  
④ 8

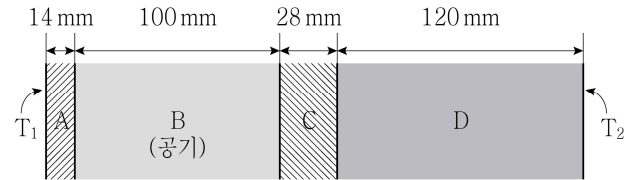
문 12. McCabe-Thiele 방법을 이용하여 증류탑을 설계하고자 한다. 원료 공급선에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 공급원료가 포화액체인 경우 원료 공급선은 기상 축( $y$ )과 평행하다.  
② 원료 공급선을 얻기 위해서는 일정몰 넘침(constant molal overflow)이라는 가정이 필요하다.  
③ 공급원료가 비점보다 낮은 온도의 액체인 경우, 원료 공급선의 기울기는 1보다 크다.  
④ 원료 공급단을 최적 공급단의 아래쪽 단으로 정할 경우, 정류부의 단수는 감소한다.

문 13. 증류탑을 설계할 때 환류비에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 최소환류비는 환류의 감소에 따른 조작선의 움직임으로 구할 수 있다.  
② 전환류(total reflux)에서 증류탑의 이론단수는 최소가 된다.  
③ 열교환 장치에 대한 고정비는 환류비가 증가함에 따라 감소한다.  
④ 최적환류비보다 큰 환류비를 사용하면 보다 좋은 조업 유연성을 얻을 수 있다.

문 14. 그림과 같이 단면적이 같은 단열재 A, C, D와 공기층 B로 단열되어 있는 건물의 내부 벽면의 표면온도( $T_1$ )는  $25^{\circ}\text{C}$ 이고, 외부 벽면의 표면온도( $T_2$ )는  $5^{\circ}\text{C}$ 이다. 각 단열재와 공기층의 두께는 그림과 같을 때, 정상상태에서 단위면적당 열손실 속도[ $\text{W m}^{-2}$ ]는? (단, 단열재 A, C, D의 열전도도[ $\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ]는 각각 0.7, 0.1, 0.06이고, 공기층의 열전달계수는  $5 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ 이다)



- ① 2  
② 4  
③ 6  
④ 8

문 15. 관형 흡수탑을 이용한 기체 흡수공정에서 공급액체(용매)의 유량을 증가시킬 때 발생하는 현상으로 옳지 않은 것은? (단, 도입되는 혼합기체의 유량과 조성, 배출되는 기체의 조성 및 도입되는 액체의 조성은 고정되어 있다)

- ① 흡수탑 내의 압력강하 증가  
② McCabe-Thiele 선도에서 조작선의 기울기 증가  
③ 기액평형 곡선의 기울기 증가  
④ 배출되는 용액 내 흡수되어 있는 용질의 농도 감소

문 16. 물에 산소를 공급하는 서로 다른 기포 발생기 A와 B가 있다. 두 발생기 모두 순수 산소 또는 공기를 이용하며, 발생기 A는 발생기 B보다 더 큰 기포를 발생시킨다. 상온의 물이 담긴 두 수조에서 발생기 A와 발생기 B를 사용하여 시간당 같은 질량의 기포를 각각 발생시킬 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 발생기 A를 사용한 물의 용존 산소 농도는 발생기 B보다 더 느리게 증가한다.  
② 발생기 A와 발생기 B에서 각각 발생한 기포들의 부피 감소 속도는 같다.  
③ 산소의 용해도(solubility)는 발생기 B를 이용한 경우가 발생기 A를 이용한 경우보다 더 높다.  
④ 공급하는 기체의 종류에 관계없이 물의 용존 산소 농도 증가 속도는 같다.

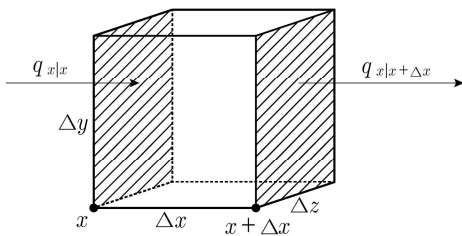
문 17. 1 atm의 순수한 기체 B가 고체 표면 위로 흐르고 있다. 이때 고체 표면에 있는 순수한 액체 A가 증발한다. 액체 A의 증기압이 0.1 atm이고 기체 경막에서의 물질전달 계수가  $0.5 \text{ gmol cm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ 일 때, 액체 A의 단위면적당 증발속도  $[\text{gmol cm}^{-2} \text{ h}^{-1}]$ 는? (단, 고체 표면 위로 흐르는 기체 B의 양은 증발하는 A의 양에 비해 매우 크고, 증발 과정에서 온도는 일정하다)

- ① 0.05  
② 0.1  
③ 0.2  
④ 0.5

문 18. 폭과 너비가 모두 50 cm이고 두께가 2 cm인 탄소강 소재의 판이 있다. 공기가 판의 위 표면을 따라 흐르는데, 이때 공기의 온도는  $20^\circ\text{C}$ 로 유지되고 있으며 대류열전달계수는  $40 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ 이다. 공기와 접하는 판의 외부 표면온도는  $250^\circ\text{C}$ 로 일정하게 유지되고 있다. 판에서의 복사에 의한 열손실이 700 W일 때, 정상상태에서 판의 내부 표면온도  $[\text{C}]$ 는? (단, 판의 열전도도는  $30 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이고, 판 윗면 이외의 열손실은 없다)

- ① 253  
② 258  
③ 263  
④ 268

문 19. 그림과 같이 비정상상태로 고체 물질을 통해  $x$  방향으로만 열( $q_x$ )이 흐를 때, 열전달 방정식으로 옳은 것은? (단,  $\alpha$ 는 열확산 계수(thermal diffusivity),  $T$ 는 온도,  $t$ 는 시간이고, 고체 물질의 밀도, 열전도도 및 열용량은 일정하다)



- ①  $\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$   
②  $\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial x}$   
③  $\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha^2 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$   
④  $\frac{\partial^2 T}{\partial t^2} = \alpha \frac{\partial T}{\partial x}$

문 20. 알루미늄 평판 사이에 얇은 공기층이 형성되어 있다. 정상상태에서 이 공기층의 열저항이 알루미늄 판의 열저항과 같다고 할 때, 이 판의 두께  $[\text{cm}]$ 는? (단, 알루미늄 판의 열전도도는  $250 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이고, 공기층의 열전달계수는  $10,000 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ 이다)

- ① 0.025  
② 0.5  
③ 2.5  
④ 5