

전달현상

문 1. 유체의 유변학적 성질에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 기체의 점도는 온도가 증가함에 따라 감소한다.
- ② 뉴턴유체(Newtonian fluid)에서 전단응력은 전단율에 비례하며, 그 비례상수를 점도라 부른다.
- ③ 운동점도(kinematic viscosity)는 운동량 확산계수(momentum diffusivity)라고 부르며, 단위는 poise이다.
- ④ 유사가소성 유체(pseudo-plastic fluid)는 전단이 작용한 시간에 따라 전단응력과 전단율의 관계가 달라진다.

문 2. 45°로 기울어진 경사면 위를 유체가 강하막흐름(flow of a falling film)으로 흐르고 있다. 이 유체가 비압축성유체이고 층류로 흐를 때, 강하막흐름의 두께를 계산하기 위해 필요한 정보가 아닌 것은? (단, 유체는 경사면 전체를 덮고 흐르며, 경사면의 폭 방향과 길이 방향의 끝단에서 일어나는 흐름교란 현상은 무시한다)

- ① 경사면의 폭
- ② 유체의 점도
- ③ 경사면의 길이
- ④ 유체의 질량유속

문 3. 유체의 흐름에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 비압축성 뉴턴유체가 수평 원형관 내부를 Reynolds 수 80의 정상 층류로 흐를 때, 관 벽의 거칠기의 영향을 무시하면 관 벽에서의 마찰계수는 0.2이다.
- ② 액체 저장탱크에서 나가는 관의 출구를 나팔 모양으로 만들면, 급격한 유로변화가 있는 경우에 비해 관 내 흐름이 난류로 바뀌는 것을 일부 방지할 수 있다.
- ③ 마찰이 있고 단열된 일정한 직경의 관을 통해 기체가 흐를 때, 관의 길이를 계속 증가시켜 초음속을 얻는 것이 가능하다.
- ④ 두 평판 사이를 흐르는 유체의 입구 흐름에서 유체가 경계층 영역에 들어서면, 평판 내 유체의 속도는 평판 중심으로부터 평판 벽까지의 위치에 따라 변화하게 된다.

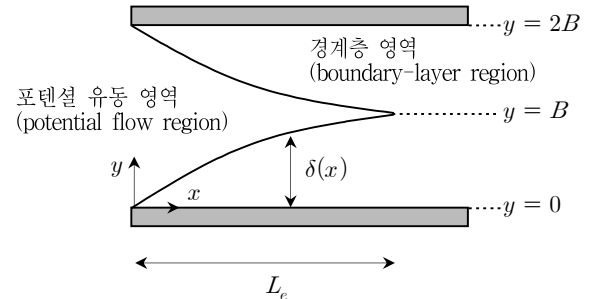
문 4. 열전달 현상을 표현하는 푸리에의 법칙(Fourier's law)과 관련된 설명으로 옳은 것은?

- ① 대류에 의한 열전달을 표현하는 수식이다.
- ② 열전도도는 물질 고유의 특성이다.
- ③ 고체를 통한 열전달의 경우 열전도도가 클수록 고체 내 두 지점 사이의 온도 차이가 크다.
- ④ 두 지점 사이의 온도 차이와 거리 및 시간에 대한 정보만 있으면 푸리에의 법칙에 의해 열전달 속도를 계산할 수 있다.

문 5. 물질확산계수와 열확산계수는 모두 m^2/s 의 단위를 갖는다. 이 두 확산계수의 조합으로 표현되는 무차원 수로 옳은 것은?

- ① Reynolds 수
- ② Grashof 수
- ③ Knudsen 수
- ④ Lewis 수

문 6. 그림과 같이 두 평판 사이를 유체가 층류로 흘러들어갈 때, 입구 지역($0 \leq x \leq L_e$)은 포텐셜 유동 영역과 경계층 영역으로 구분된다. 두 영역에서 주어진 각각의 속도조건을 활용하여 포텐셜 유동 영역내 속도 $v_e(x)$ 를 평균속도 $\bar{v}_x$ 와 B 의 변수로 옳게 표현한 것은? (단, B 는 중심에서 평판 벽까지의 거리이고, $y = B$ 지점을 중심으로 위와 아래 영역은 서로 대칭이며, 경계층 영역의 두께는 δ 이다)



$$v_x = v_e \left(2 \left(\frac{y}{\delta} \right) - \left(\frac{y}{\delta} \right)^2 \right) \quad 0 \leq y \leq \delta$$

$$v_x = v_e \quad \delta \leq y \leq B$$

- ① $\frac{v_e(x)}{\bar{v}_x} = \frac{B}{B-\delta(x)}$
- ② $\frac{v_e(x)}{\bar{v}_x} = \frac{B-\delta(x)/2}{B}$
- ③ $\frac{v_e(x)}{\bar{v}_x} = \frac{B-3\delta(x)}{B}$
- ④ $\frac{v_e(x)}{\bar{v}_x} = \frac{B}{B-\delta(x)/3}$

문 7. 미세한 고체입자(질량 $5 \times 10^{-11} \text{ kg}$)가 공기 속에서 자유낙하한다. 이 고체입자의 종말속도(terminal velocity)[cm/s]는? (단, 부력은 무시하며 항력(F_D)은 $F_D = kv$, v 는 고체입자의 순간속도, k 는 항력계수로 $9.8 \times 10^{-9} \frac{N \cdot s}{m}$ 이며, 중력가속도는 $9.8 m/s^2$ 이다)

- ① 0.05
- ② 0.5
- ③ 5
- ④ 50

문 8. 이중관 열교환기(double-pipe heat exchanger)를 통해 뜨거운 액체와 찬 액체를 향류로 접촉시켰다. 총괄열전달계수가 $50 \text{ kcal} / m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ 이고, 뜨거운 액체의 온도는 $70^\circ C$ 에서 $25^\circ C$ 로, 찬 액체의 온도는 $20^\circ C$ 에서 $55^\circ C$ 로 변화되었다면, $1 m^2$ 의 면적당 열 교환량[kcal/ $m^2 \cdot h$]은? (단, $\ln 3 = 1.1$ 로 계산한다)

- ① 254.5
- ② 354.5
- ③ 454.5
- ④ 545.5

문 9. 그림과 같이 넓은 두 고체 평판 사이에 액체가 채워져 있다. 액체의 대류에 의한 열전달은 없고 전도에 의한 열전달만 있다고 가정할 때의 Nusselt 수($Nu = \frac{ha}{k}$)로 옳은 것은? (단, 열 플럭스(heat flux) q 는 $h(T_1 - T_0)$, h 는 열전달계수, T 는 온도이다)

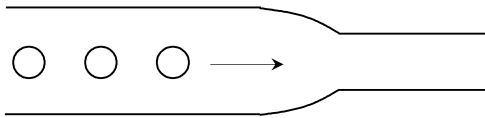


- ① 0.5
- ② 1
- ③ 2
- ④ a

문 10. 연속 분별 증류탑에서 60 mol%의 벤젠과 40 mol%의 톨루엔으로 구성된 혼합원료를 분리하기 위한 이론단수를 McCabe-Thiele법에 의해 구하려고 한다. 이 혼합원료가 20%의 포화증기와 80%의 포화액체로 구성되어 증류탑에 공급된다면 $x-y$ 평형도표에서 원료공급선의 표현식으로 옳은 것은? (단, x 와 y 는 각각 액상과 기상에서 벤젠의 몰분율이다)

- ① $y = -\frac{1}{4}x + \frac{3}{4}$
 ② $y = -4x + 3$
 ③ $y = -\frac{1}{5}x + \frac{3}{5}$
 ④ $y = -5x + 3$

문 11. 그림과 같이 단면적이 변하는 관을 통하여 일정한 밀도의 유체가 흐르면 유체 속의 기포도 함께 이동한다. 이 기포가 단면적이 큰 지역에서 작은 지역으로 이동할 때 기포의 크기와 속도에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 관내 마찰은 무시하며, 기포의 크기는 관의 단면에 비하여 매우 작고 기포 표면에서는 표면장력이 유체의 관성력이나 점성력보다 우세하다)



- ① 기포의 크기가 작아지고 속도가 증가한다.
 ② 기포의 크기가 커지고 속도가 증가한다.
 ③ 기포의 크기가 작아지고 속도가 감소한다.
 ④ 기포의 크기가 커지고 속도가 감소한다.

문 12. 기체의 확산계수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 분자량이 작을수록 확산계수는 감소한다.
 ② 압력이 감소하면 기체의 확산계수는 증가한다.
 ③ 온도가 증가하면 기체의 확산계수는 증가한다.
 ④ 분자 크기가 작을수록 충돌수가 적어 확산계수가 증가한다.

문 13. 물질전달 현상으로 설명하기에 적합하지 않은 공정은?

- ① 공기로부터 액체 질소 및 산소의 생산
 ② 물을 이용한 기체로부터의 암모니아의 제거
 ③ 반도체 공정에서 실리콘기판을 붕소(boron)로 도핑
 ④ 일정농도의 산소가 용존되어 있는 혈액이 혈관을 따라 이동

문 14. 대기압 하에서 어느 기체 A를 포함한 혼합기체가 액체의 물과 평형상태에 있다. 기상에서 기체 A의 분압은 380 mmHg이고, 액상 중에 용해된 A의 몰 분율은 2.0×10^{-9} 로 매우 희박하여 헨리의 법칙(Henry's law)을 적용시킬 수 있다면 A성분의 헨리 상수[atm]는?

- ① 2.5×10^8
 ② 3.8×10^8
 ③ 5.1×10^8
 ④ 6.4×10^8

문 15. 대기압 하에서 에탄올(성분1)과 물(성분2)의 액상 혼합물이 그 증기와 기-액 평형을 이루고 있다. 기상의 조성이 에탄올 3몰과 수증기 2몰로 구성될 때, 에탄올의 액상 몰분율이 0.4라면 에탄올의 물에 대한 상대 휘발도(α_{12})는?

- ① 0.44
 ② 1.00
 ③ 1.75
 ④ 2.25

문 16. 평행으로 마주 보고 있는 서로 다른 온도의 두 흑체면 사이에 흑체인 열차단막(thermal shield)을 설치한다고 가정하자. 열차단막이 없는 경우에 비해, 차단막이 있는 경우 전달되는 열의 양은 얼마로 감소되는가? (단, 열차단막의 두께는 무시한다)

- ① 1/8배
 ② 1/4배
 ③ 1/2배
 ④ 1배

문 17. 점탄성(viscoelastic) 유체 흐름의 예로 옳은 것은?

- ① 진흙은 속도구배가 커짐에 따라 점도가 감소한다.
 ② 파리를 잡는 끈끈이액은 속도구배가 커짐에 따라 점도가 증가한다.
 ③ 치약은 힘을 가하면 쉽게 짜낼 수 있지만, 칫솔 위에서 잘 흘러내리지 않는다.
 ④ 하수슬러지는 전단응력이 최소한 문지방값(threshold)을 넘어야 흐르기 시작한다.

문 18. 프란틀(Prandtl) 수, $Pr = \frac{C_p \mu}{k}$ 가 1보다 매우 큰 경우에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, C_p 는 열용량, μ 는 점도, k 는 열전도도이다)

- ① 운동량 확산이 빨라 전도보다 대류에 의하여 열이 전달된다.
 ② 열확산이 빨라 전도보다 대류에 의하여 열이 전달된다.
 ③ 운동량 확산이 빨라 대류보다 전도에 의하여 열이 전달된다.
 ④ 열확산이 빨라 대류보다 전도에 의하여 열이 전달된다.

문 19. 건조한 공기 100 kg과 수증기 3 kg으로 구성된 습윤공기가 있다. 이 때 온도는 40 °C 이고, 전체압력은 760 mmHg라면, 수증기의 분압[mmHg]은? (단, 공기의 분자량은 30, 수증기의 분자량은 18이다)

- ① 36.2
 ② 46.2
 ③ 56.2
 ④ 66.2

문 20. 전기적으로 가열된 와이어(hot-wire)를 공기흐름 방향에 수직으로 삽입함으로써 공기의 속도를 측정할 수 있다. 와이어가 발산하는 전기에너지는 강제대류에 의해 모두 공기로 전달되는 것으로 간주한다. 0.5 W의 전기에너지를 발산하는 와이어를 온도 $T_\infty = 25^\circ\text{C}$ 의 공기에 삽입한 결과, 와이어의 표면온도가 $T_s = 75^\circ\text{C}$ 를 유지하고 있다면 공기의 속도[m/s]는? (단, 와이어는 길이 20 mm, 지름 0.5 mm의 실린더이며, 공기의 속도(v)와 대류열전달계수(h)의 상호관계는 SI 기본 단위계를 사용할 때, $v = 6.25 \times 10^{-5} h^2 (\text{m/s})$ 이고, 정상상태에서 와이어로부터 발생하는 자연대류와 복사에 의한 열전달은 무시한다)

- ① 6.3
 ② 8.3
 ③ 10.3
 ④ 12.3