1. 이슬점에 있는 원료가 증류탑의 공급단으로 유입될 때 원료 공급선(feed line)의 기울기로 가장 옳은 것은?

① -1 ② 0
③ 1 ④ ∞(원료공급선이 수직)

2. 기공 내에서 등몰 상호 확산하고 있는 2성분 기체 시스템에서 Knudsen 확산과 분자 확산이 경쟁적으로 일어나고 있다. 기체 확산계수(D_{AB})와 Knudsen 확산계수(D_{KA})가 각각 $0.15\text{cm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ 및 $0.30\text{cm}^2\cdot\text{s}^{-1}$의 값을 가질 때 유효 확산계수($D_{Ae}$)의 값[$\text{cm}^2\cdot\text{s}^{-1}$]은?

① 0.05 ② 0.10
③ 0.15 ④ 0.20

3. 어떤 유체의 3차원 정상상태 흐름에서 x방향(u_x) 및 y방향(u_y) 속도 성분이 각각 $u_x=x^2+xy+y^2$, $u_y=xy+yz-2y^2$로 주어진다. 이 흐름이 비압축성일 때, z방향 속도 성분(u_z)이 될 수 있는 것은?

① $u_z=3xz-3yz-\dfrac{z^2}{2}$

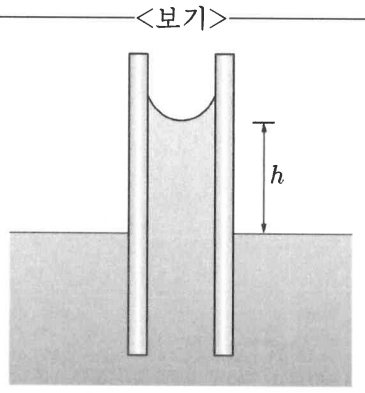
② $u_z=3xz-3yz+\dfrac{z^2}{2}$

③ $u_z=-3xz+3xy-\dfrac{z^2}{2}$

④ $u_z=-3xz+3yz-\dfrac{z^2}{2}$

4. <보기>와 같이 유리관 내부의 물이 모세관 현상에 의해 액위가 h만큼 증가하였다. 물과 유리관 사이의 표면장력이 σ, 접촉각이 θ일 때, h를 구하기 위한 수식으로 가장 옳은 것은? (단, ρ는 물의 밀도, r은 유리관의 내부 반경, g는 중력가속도이다.)

<보기>



① $\dfrac{2\sigma\sin\theta}{\rho g r}$ ② $\dfrac{2\sigma\cos\theta}{\rho g r}$
③ $\dfrac{\sigma\sin\theta}{\rho g}$ ④ $\dfrac{\sigma\cos\theta}{\rho g}$

5. 단면적이 일정하고 길이가 6.5m인 원형 관을 이용하여, 직경 10m의 저장고로부터 사이펀(siphon) 방식으로 물을 배출한다. 원형 관의 가장 높은 지점은 저장고의 수면보다 2.00m 높고, 원형 관의 출구는 저장고의 수면보다 1.25m 낮다. 원형 관의 마찰손실을 무시할 때, 원형 관 내부에서 흐르는 물의 평균 속도[$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]는? (단, 저장고의 수면 높이는 일정하며, 저장고의 수면과 관의 출구의 압력은 대기압으로 동일하고, 중력가속도 $g=10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$로 가정한다.)

① 1.0 ② 2.5
③ 5.0 ④ 10.0

6. <보기 1>에 Newton 유체의 유동장을 해석하기 위한 Navier-Stokes 방정식이 제시되어 있다. 기준 길이를 L, 기준 속도를 v_0, 기준 시간을 $\dfrac{L}{v_0}$, 기준 압력을 ρv_0^2로 두고 무차원화를 수행하면 <보기 2>와 같은 식을 얻을 수 있다. <보기 2>의 (a), (b)에 해당하는 값을 옳게 짝지은 것은? (단, 유체의 밀도는 ρ, 점도는 μ, 압력은 P, 속도 벡터는 V, 중력가속도 벡터는 g이며, 위첨자 $\check{\square}$는 변수 또는 연산자가 무차원화되었음을 의미한다.)

<보기 1>

$$\rho\left(\frac{\partial V}{\partial t}+V\cdot\nabla V\right)=-\nabla P+\mu\nabla^2 V+\rho g$$

<보기 2>

$$\frac{\partial \check{V}}{\partial \check{t}}+\check{V}\cdot\check{\nabla}\check{V}=-\check{\nabla}\check{P}+\boxed{\text{(a)}}\,\check{\nabla}^2\check{V}+\boxed{\text{(b)}}\,g$$

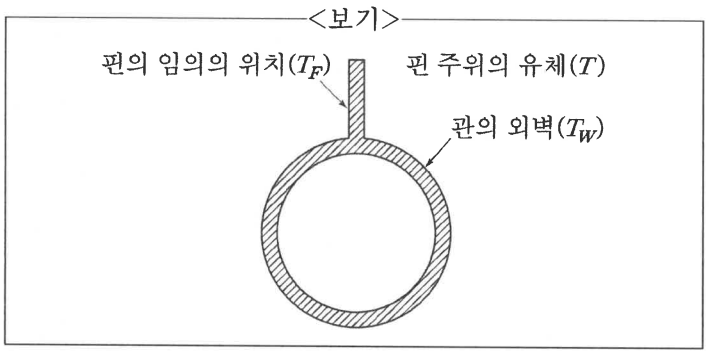
	(a)	(b)
①	$\dfrac{\mu}{Lv_0\rho}$	$\dfrac{L}{v_0^2}$
②	$\dfrac{\mu}{L^2v_0\rho}$	$\dfrac{L^2}{v_0^2}$
③	$\dfrac{\mu}{L^2v_0\rho}$	$\dfrac{v_0^2}{L^2}$
④	$\dfrac{\mu}{Lv_0\rho}$	$\dfrac{v_0^2}{L^2}$

7. 면적이 충분히 넓고, 두께가 40mm인 평판 내부에서 균일한 체적 열발생($5.0\times10^5\,\text{W}\cdot\text{m}^{-3}$)이 일어난다. 평판의 열전도도는 $10\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$이고, 정상상태에서 양쪽 표면의 온도가 50℃로 유지될 때 평판 내부의 최대 온도[℃]는?

① 55 ② 60
③ 65 ④ 70

8. 원형 관에 단일 세로형 핀(fin)이 부착되어 있고, 핀과 관의 단면은 <보기>와 같다. 핀 효율이 100%일 때 T, T_W, T_F 간 상관관계로 가장 옳은 것은? (단, 핀 주위의 유체로부터 관으로 열이 흐르는 것으로 가정하며, T는 핀 주위의 유체의 온도, T_W는 관 외벽의 온도, T_F는 세로형 핀의 임의의 위치의 온도를 나타낸다.)

<보기>



① $T = T_F > T_W$
② $T > T_F > T_W$
③ $T > T_F = T_W$
④ $T > T_F$, $T_W > T_F$

9. 고온 지하수로부터 열을 회수하는 이중관형(double-pipe type) 향류(counter-flow) 열교환기에서 온도가 60℃인 고온의 지하수가 열교환기로 유입되어 35℃까지 냉각되고, 10℃의 냉수가 열교환기로 유입되어 25℃까지 가열된다. 이 열교환기의 열전달률을 계산하기 위해 사용되는 대수평균 온도차(log mean temperature difference, ΔT_{LMTD})[℃]로 가장 옳은 것은?

① $\frac{10}{\ln 1.4}$
② $\frac{40}{\ln 5}$
③ $\frac{60}{\ln 1.4}$
④ $\frac{60}{\ln 5}$

10. Stokes-Einstein 방정식에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 낮은 Reynolds 수의 유체에서 구형 입자의 확산을 설명할 수 있다.
② 확산계수는 확산하는 입자의 반지름에 비례한다.
③ 확산계수는 확산 매질인 유체의 점도에 비례한다.
④ 확산계수는 온도에 반비례한다.

11. 물질전달 계에서 기체 A가 정체 상태의 기체 B를 통하여 정상상태로 x방향으로만 확산한다. 계의 전체 몰 농도와 양쪽 경계에서의 A의 몰 분율은 일정하게 유지된다. A의 확산계수가 D_{AB}, 확산거리가 L일 때 A의 몰 플럭스가 $N_{A,1}$이다. A의 확산계수가 2배로 증가하고 확산거리가 0.5배가 됐을 때 A의 몰 플럭스가 $N_{A,2}$라면, $N_{A,2}/N_{A,1}$의 값으로 가장 옳은 것은? (단, 계에는 기체 A와 B만 존재하며, 중력의 영향은 무시한다.)

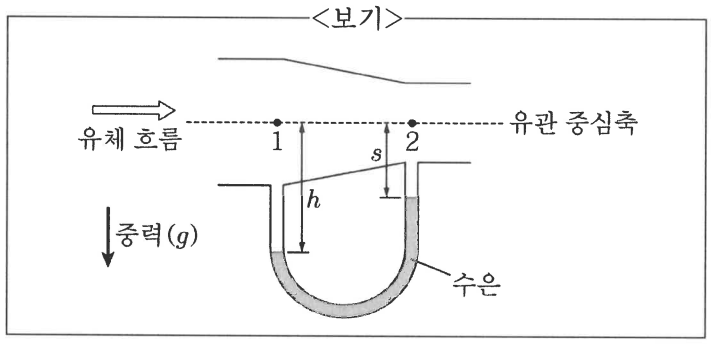
① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$
③ 2 ④ 4

12. 100℃의 고온 표면으로부터 1차원 단일 평면 벽을 통하여 반대편 저온 표면으로 열이 전도되며, 저온 표면 온도가 50℃로 측정되었다. 고온 표면의 온도는 동일하고 평면 벽의 두께가 2배가 되었을 때, 벽에서 동일한 값의 열전도 플럭스($W \cdot m^{-2}$)가 나타나기 위한 저온 표면 온도[℃]는? (단, 벽의 열전도도는 일정하고 별도의 열발생은 없으며, 정상상태에서 열이 전도된다.)

① 0 ② 10
③ 25 ④ 50

13. <보기>와 같이 직경이 감소하는 단열 수평 원통 유관을 비점성의 비압축성 유체가 정상상태로 흐르고 있다. 이때 유관에 설치된 수은 마노미터(manometer)를 이용하여 유관 내의 지점 1과 2의 압력차($P_1 - P_2$)를 측정하였다. $P_1 - P_2$의 표현으로 가장 옳은 것은? (단, 유체 밀도는 ρ, 수은의 밀도는 ρ_m, 지점 1에서의 유체속도는 v_1, 지점 2에서의 유체속도는 v_2, 중력가속도는 g이며 유체에서의 내부에너지 변화는 없다.)

<보기>



① $(\rho_m - \rho)gh$ ② $(\rho_m - \rho)gs$
③ $\frac{(v_1^2 - v_2^2)\rho}{2}$ ④ $\frac{(v_2^2 - v_1^2)\rho}{2}$

14. 속이 비어 있고 길이가 L인 매우 긴 원통형 열전달 장치의 내부반지름과 외부반지름은 각각 R_i와 R_o이며, 내면과 외면의 온도는 각각 T_i와 T_o이다. 열전달 장치를 구성하는 물질 A의 열전도도는 온도에 따라 $k=k_0(1+\beta T)$와 같이 변한다. 이후 장치의 형상과 표면 온도를 동일하게 유지한 채 구성물질을 열전도도가 k_0로 일정한 물질 B로 변경하였다. 물질 A와 물질 B에서의 열전달속도가 각각 q_A, q_B라면 q_A/q_B의 값은? (단, 열전달계는 정상상태이고, 장치 내부에서 별도 열발생은 없으며, k_0와 β는 상수이다.)

① $1+\frac{\beta}{2}(T_o+T_i)$

② $1+\frac{\beta}{2}(T_o-T_i)$

③ $1+\frac{\beta}{2}(T_o^2-T_i^2)$

④ $1+\frac{\beta}{2}(T_o^2+T_i^2)$

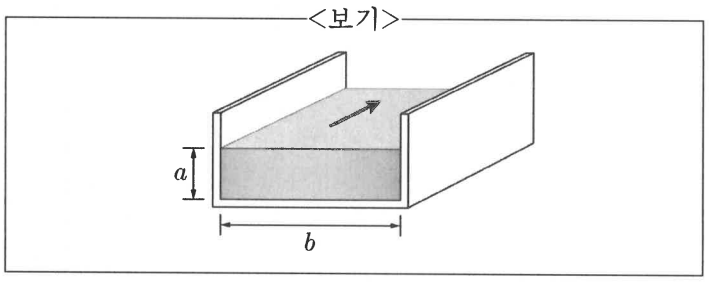
15. 원통관 내부의 완전히 발달된 난류에서 Nusselt 수(Nu)는 Reynolds 수(Re)와 $Nu \propto Re^{0.8}$의 관계를 갖는다. 관 내부를 흐르는 유체의 질량유량(mass flow rate), 밀도, 점도, 열전도계수를 일정하게 유지한 채 관의 내경을 2배로 하였다. 내경이 증가하기 전 열전달계수가 h_1, 내경이 증가한 후 열전달계수가 h_2일 때 h_2/h_1에 가장 가까운 값은? (단, $2^{1.2}=2.30$, $2^{1.8}=3.48$이며, 관의 내경이 변경되어도 완전히 발달한 난류가 유지된다.)

① 0.29 ② 0.43

③ 1.15 ④ 1.74

16. <보기>와 같은 채널로 비압축성 유체가 정상상태의 유동을 할 때의 상당 지름(equivalent diameter)은? (단, 채널의 두께는 무시한다.)

<보기>



① $\frac{ab}{2(a+b)}$ ② $\frac{2ab}{a+b}$

③ $\frac{ab}{2a+b}$ ④ $\frac{4ab}{2a+b}$

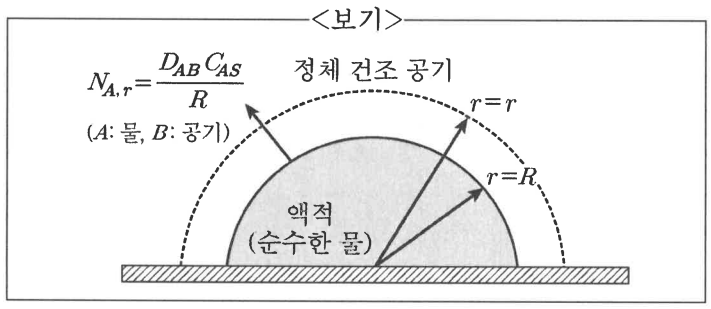
17. 밀도와 점도가 일정한 공기가 균일한 속도로 평판과 평행하게 흐르며, 평판 위에는 Blasius 해석이 적용되는 층류 경계층이 형성되어 있다. 공기가 평판과 처음 접하는 지점으로부터 x만큼 떨어진 위치에서 경계층 두께가 δ_1, $4x$만큼 떨어진 위치에서 경계층 두께가 δ_2라고 할 때, δ_2/δ_1의 값은?

① $\frac{1}{2}$ ② 1

③ 2 ④ 4

18. <보기>와 같이 반구 형태의 액적이 대기 중으로 기화되며 반지름의 크기가 시간에 따라 감소하고 있다. 액적의 기화 속도는 정체 건조 공기를 통한 분자확산에 의해 지배되며, r 방향의 몰 플럭스($N_{A,r}$)는 액적의 반경(R), 액적표면의 농도(C_{AS}), 분자확산계수(D_{AB})를 통해 <보기>와 같이 표현된다. 반경 3.6mm인 액적이 모두 기화되어 없어지는 데 걸리는 시간[초]은? (단, C_{AS}는 6.0μmol·cm^{-3}, D_{AB}는 0.06cm^2·s^{-1}, 물의 밀도는 1.0g·cm^{-3}, 물의 몰질량은 18g·mol^{-1}의 값을 가지며, 액적은 접한 바닥으로 흡수되지 않는다.)

<보기>



① 10^2 ② 10^3

③ 10^4 ④ 10^5

19. 열전달계가 Poisson 방정식을 따른다고 할 때 가장 옳지 않은 것은?

① 열전도도(k)는 일정한 값을 가진다.

② 유체흐름 없이 모든 열전달이 전도에 의해 일어난다.

③ 정상상태(steady-state)이다.

④ 에너지원이 없다.

20. 열전달 현상과 물질전달 현상을 연계시키는 무차원수는?

① 슈미트 수 (Sc) ② 루이스 수 (Le)

③ 프란틀 수 (Pr) ④ 셔우드 수 (Sh)