

1. Schmidt 수와 개념적으로 가장 가까운 무차원수는?

- ① Nusselt 수                      ② Reynolds 수  
③ Grashof 수                    ④ Prandtl 수

2. 상압, 상온의 비압축성 물이 수평관을 통해 흐르고, Hagen-Poiseuille 법칙을 따른다고 가정했을 때 가장 옳지 않은 것은?

- ① 물의 온도가 2배 증가하면, 체적 유량은 2배 증가한다.  
② 물의 점도가 2배 커지면, 체적 유량은 반으로 감소한다.  
③ 관의 지름이 2배 커지면, 체적 유량은 16배 증가한다.  
④ 단위길이당 압력차가 2배 증가하면, 체적 유량은 2배 증가한다.

3. 단일 물질로 구성된 이상기체 시스템에서의 자기확산 계수(self-diffusion coefficient)는 기체 분자 운동론을 이용하여 이론적으로 예측할 수 있다. 자기확산계수에 영향을 주지 않는 인자는?

- ① 이상기체 시스템의 온도  
② 이상기체 시스템의 부피  
③ 이상기체 시스템의 압력  
④ 이상기체 분자의 분자량

4. 두께가 1.0 m인 벽에 열이 일차원 정상상태로 전달되고 있다. 이때 벽 양쪽면의 온도 차이를 2배로 하기 위한 두 가지 방법을 비교하려고 한다. 기존 벽의 두께를 단순히 변화시키는 방법 A와, 열전도도가 낮은 단열재를 기존 벽에 부착하는 방법 B가 있다. 단열재의 열전도도가 기존 벽재의 열전도도의 1/5이라면, A 경우와 B 경우의 최종 벽 두께 차이[m]로 가장 옳은 것은? (단, 단열재는 기존 벽에 완벽하게 빈틈없이 부착된다.)

- ① 0.2                              ② 0.4  
③ 0.6                              ④ 0.8

5. 순수한 액체 A의 표면을 따라 용해성이 없고 화학적으로도 불활성인 기체 B가 흐르고 있다. 이때 액체 A는 액체의 자유표면에서 증발하여 기체 B로 확산한다. 단일 방향으로 확산하는 액체의 증발속도는 자유표면과 인접한 기체 경막에 의하여 영향을 받는다. 순수한 액체 A의 증발속도에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 액체의 증발속도는 기체 경막에서의 총 농도에 비례한다.  
② 액체의 증발속도는 기체 경막에서의 성분 A의 농도 구배에 비례한다.  
③ 액체의 증발속도는 기체 경막에서의 성분 A의 확산도에 비례한다.  
④ 액체의 증발속도는 기체 경막의 두께에 비례한다.

6. 가열된 평판 표면을 따라 흐르는 유체의 열전달에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 가열된 평판 표면을 층류 유동으로 흐르는 유체의 Prandtl 수가 1보다 큰 경우 평판 표면에 형성되는 열 경계층의 두께는 유체역학적 경계층의 두께보다 두껍다.  
② 가열된 평판 표면을 층류 유동으로 흐르는 유체의 Nusselt 수는 Prandtl 수와 Reynolds 수의 함수로 나타낼 수 있다.  
③ 가열된 평판 표면을 흐르는 유체의 열전도에 대한 대류 열전달의 상대적 크기는 Nusselt 수로 표현된다.  
④ 가열된 평판 표면을 난류 유동으로 흐르는 유체의 Nusselt 수는 Prandtl 수, Reynolds 수, Stanton 수의 함수로 나타낼 수 있다.

7. Stokes-Einstein 식을 따르는 구형의 콜로이드 입자 하나가 어떤 액체 속에 있다. 절대온도가 2배 증가할 때 입자의 표면적이 4배 증가하고, 액체의 점도는 반으로 감소한다. 절대온도가 2배 증가한 후의 입자의 확산도는 온도가 증가하기 전의 확산도의 몇 배인가?

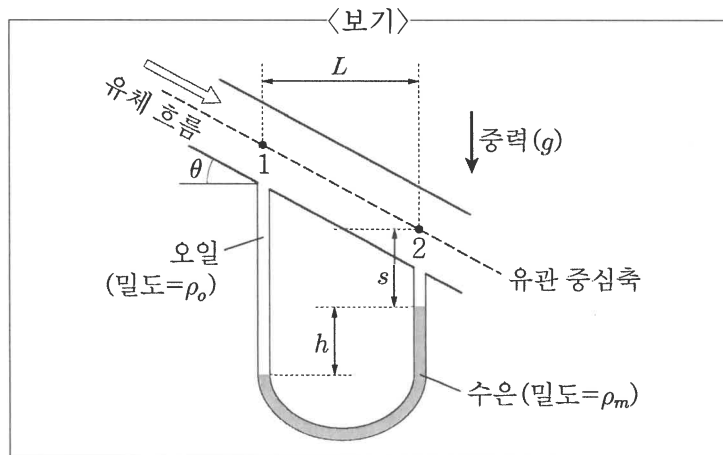
- ① 1/2                              ② 1  
③ 2                                ④ 4



14. 복잡한 모양의 정상상태 열전도를 간단히 계산하기 위하여, 미리 구해진 형상인자  $S$ 를 이용하기도 한다. 매우 긴 실린더가 다양한 단면을 지닌 경우에  $q/L = kS\Delta T$  형태의 식을 이용할 수 있는데, 이때 형상인자  $S$ 의 단위로 가장 옳은 것은? (단,  $q$ 는 열전달속도,  $L$ 은 실린더의 길이,  $k$ 는 열전도도,  $\Delta T$ 는 온도차이다.)

- ①  $m^{-1}$                       ② 무차원  
③  $m$                         ④  $m^2$

15. <보기>와 같이  $\theta$  각도로 기울어진 원통 유관에 점성 유체인 오일이 완전발달 흐름으로 중력에 의하여 정상 상태로 흐르고 있다. 이때 유관에 설치된 수은 마노미터(manometer)를 이용하여 유관 내의 지점 1과 2의 압력차( $P_1 - P_2$ )를 측정하였다. 유체의 압력차에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 오일의 밀도는  $\rho_o$ , 수은의 밀도는  $\rho_m$ , 중력가속도는  $g$ 로 일정하다.)



- ① 수은의 높이  $h$ 는 유관 내의 지점 1과 지점 2의 압력차에 의하여 발생한다.  
② 유관의 수직단면 중 중심축에서의 오일의 속도가 최대이다.  
③ 유관 내의 지점 1과 지점 2 사이의 압력차( $P_1 - P_2$ )는  $hg(\rho_m - \rho_o) + \rho_o g L \tan \theta$ 이다.  
④ 유관 내의 지점 1과 지점 2 사이의 압력차( $P_1 - P_2$ )는 베르누이식으로 계산할 수 없다.

16. 기체 A가 촉매 반응기로 유입되어 두께  $0.0002\text{ m}$ 이고 등온( $300\text{ K}$ )인 헬륨 기체막을 1차원으로 확산해서 촉매 표면에 도달한다. 기체 투과성이 없는 촉매의 표면에서 <보기>와 같이 반응 (가) 또는 반응 (나)가 일어난다. 두 가지 반응은 독립적이다. 기체막 상부 끝표면에서 성분 A의 몰분율은  $0.2$ 이며, 촉매 표면에서는 A가 완전히 소모되어 B만 존재한다. 전체 농도와 기체 확산계수는 일정하다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>

반응 (가):  $A \rightarrow 2B$

반응 (나):  $A \rightarrow B$

- ① 반응 (가)의 A의 플럭스는 반응 (나)의 A의 플럭스보다 작다.  
② A의 플럭스는 두 경우 모두 동일하다.  
③ 반응 (가)의 A의 플럭스는 반응 (나)의 A의 플럭스보다 크다.  
④ B의 플럭스는 두 경우 모두 동일하다.

17. 1차원 비정상상태 전도로 해석할 수 있는 반무한벽이 있으며, 이때 특정시간의 온도 분포는 거리(깊이)에 대한 2차 함수로 근사하여 계산할 수 있다. 초기에 벽의 온도는  $5^\circ\text{C}$ 로 균일하였는데 표면의 온도가  $-15^\circ\text{C}$ 로 급격히 하강하여 유지된다. 특정한 시간에 표면에서  $0.4\text{ m}$  떨어진 내부의 온도를 측정하였더니  $0^\circ\text{C}$ 였다. 이때의 침투거리(penetration distance)의 값[m]은?

- ①  $0.4$                       ②  $0.6$   
③  $0.8$                       ④  $1.0$

18. 정상상태, 단열 및 100% 효율인 수력발전소의 입구 및 출구 조건은 <보기>와 같다. 수력발전소에서 얻을 수 있는 일(work)의 양에 가장 가까운 값[ $\text{J kg}^{-1}$ ]은? (단, 유체는 무마찰 조건이며, 비열은  $1,000 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , 중력가속도는  $10 \text{ m s}^{-2}$ 로 가정한다.)

<보기>

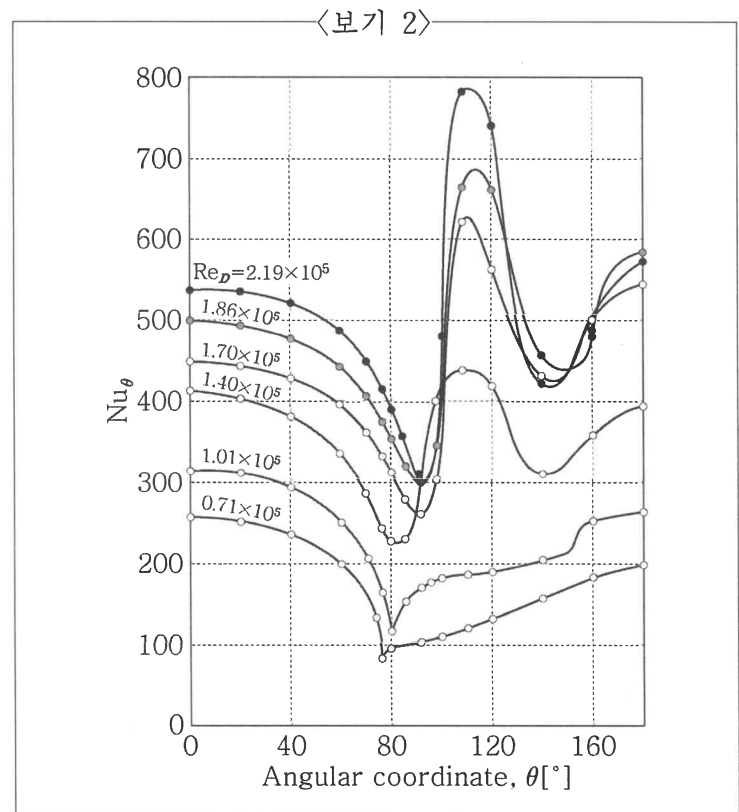
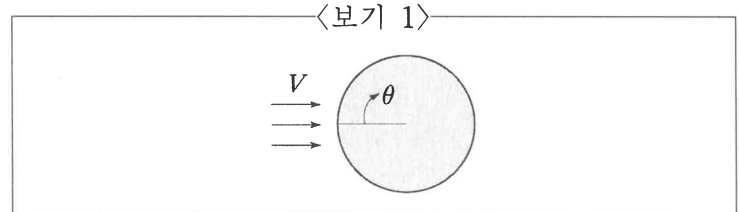
	압력[kPa]	높이[m]	유체속도[ $\text{m s}^{-1}$ ]	온도[K]
입구(inlet)	100	100	100	300
출구(outlet)	100	0	0.1	302

- ① 1,000                      ② 2,000  
③ 4,000                      ④ 8,000

19. 125 mm 직경의 스팀파이프가 건물 상부에 설치되어 있다. 파이프의 길이는 40 m, 파이프 표면의 온도는  $130^\circ\text{C}$ , 대류 열전달계수  $h=10 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ 이다. 건물과 공기의 온도가  $30^\circ\text{C}$ 이고 가스보일러로 스팀을 공급한다고 할 때 일일 가스 비용으로 가장 가까운 값[\$]은? (단, 가스 비용은  $0.02 \$ \text{ MJ}^{-1}$ 이고 복사의 영향은 무시하고, 편의상  $\pi$ 는 3으로 계산한다.)

- ① 25                      ② 50  
③ 75                      ④ 100

20. <보기 1> 그림에서 정의되는 실린더 각도에 따른 국부 Nu수(local Nusselt number)의 거동을 도식화하면 <보기 2>와 같다. 예를 들어,  $\text{Re}_D = 2.19 \times 10^5$ 에서의 거동을 보면 각도가 커짐에 따라 ㉠ 초기에는 Nu수가 감소하다가, ㉡  $90^\circ$  부근에서부터 Nu수가 증가하고, ㉢ 이후 다시 Nu수가 감소하다가, ㉣  $140^\circ$  부근에서 다시 Nu수가 증가하는 거동을 보인다. 밑줄 친 ㉠~㉣의 발생 이유를 옳게 짝지은 것은?



	㉠	㉡	㉢	㉣
①	경계층이 얇아지기 때문	난류로의 전환	경계층이 두꺼워지기 때문	박리 (separation)
②	경계층이 두꺼워지기 때문	박리 (separation)	경계층이 두꺼워지기 때문	난류로의 전환
③	경계층이 얇아지기 때문	난류로의 전환	경계층이 얇아지기 때문	박리 (separation)
④	경계층이 두꺼워지기 때문	난류로의 전환	경계층이 두꺼워지기 때문	박리 (separation)