

# 2021년도 일반직공무원 채용시험 문제지

- 화 공 (7 급) -



성 명 :

응 시 번 호 :

응시자 유의사항 및 과목별 코드번호

※ 시험 과목 : 화학공학개론(33), 화공열역학(34),  
전달현상(35)

※ 시험이 시작되기 전까지 표지를 넘기지 마시오.

## 해 양 경 찰 청

## 화학공학개론

1. 다음 중 단위들의 정의로 옳지 않은 것은?

- ①  $Pa = kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$                       ②  $J = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$   
 ③  $J = N \cdot m$                                       ④  $J = Pa \cdot m^2$

2. 황산( $H_2SO_4 = 98$ ) 1.5 노르말 용액 3 L를 1 노르말 용액으로 만들고자 한다. 물은 몇 L가 더 필요한가?

- ① 1.5    ② 2.5  
 ③ 3.5    ④ 4.5

3. 공기 200 g을 40°C에서 80°C까지 가열하는데 필요한 열량(kcal)은?

(단, 평균비열=0.24 cal/g·°C)

- ① 0.24 kcal                                      ② 0.48 kcal  
 ③ 1.92 kcal                                      ④ 3.84 kcal

4. 100°C에서 밀폐된 용기에 벤젠 7.8 g, 톨루엔 18.4 g, 자일렌 54.0 g의 액체 혼합용액이 증기상과 평형상태에 있다. Raoult의 법칙을 따를 때, 기상에서 세가지 화합물의 분압크기를 비교한 것으로 옳은 것은? (단, 100°C에서 순성분 증기압은 벤젠 1,340 mmHg, 톨루엔 560 mmHg, 자일렌 210 mmHg이고, 분자량은 벤젠 78, 톨루엔 92, 자일렌 108이다.)

- ① 벤젠 > 톨루엔 > 자일렌  
 ② 톨루엔 > 벤젠 > 자일렌  
 ③ 벤젠 > 자일렌 > 톨루엔  
 ④ 톨루엔 > 자일렌 > 벤젠

5. 2 mol%의 에테인(Ethane)이 포함된 기체가 20°C, 15 atm에서 물과 접해있다. 헨리(Henry)의 법칙이 적용 가능할 때 물에 용해된 에테인의 몰분율은? (단, 헨리 상수는  $2.5 \times 10^4$  atm/mole fraction으로 가정한다.)

- ①  $1.2 \times 10^{-5}$                                       ②  $2.4 \times 10^{-5}$   
 ③  $3.6 \times 10^{-5}$                                       ④  $6.0 \times 10^{-5}$

6. 다음 중 기체의 상태법칙에 대한 내용으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 온도가 일정할 때, 이상기체의 부피는 절대압력에 반비례한다.  
 ② 압력이 일정할 때, 일정량의 이상기체가 차지하는 부피는 온도가 1°C씩 상승함에 따라 25°C 때의 부피보다  $\frac{1}{273.15}$ 만큼씩 증가한다.  
 ③ 일정온도에서 이상기체 혼합물의 전체압력은 각 성분의 부분압력을 합한 것과 같다.  
 ④ 대응상태 원리에 따르면, 동일한 환산온도와 환산압력에서는 기체의 종류에 관계없이 거의 같은 Z값을 갖게 된다.

7. 정상상태의 일정한 압력에서 운전되는 등온의 단일상 흐름 반응기에서  $A + B \rightarrow R + S$  반응이 진행된다.  $C_{A_0} = 100$ ,  $C_{B_0} = 300$ 인 기체공급물에 대하여 전화율  $X_A$ 가 0.9일 때,  $X_B$ ,  $C_A$  및  $C_B$  는?

- ① 0.1, 10, 210                                      ② 0.3, 10, 210  
 ③ 0.3, 90, 10                                      ④ 0.3, 10, 10

8. 부탄( $C_4H_{10}$ )의 완전연소 반응으로 생성된 이산화탄소의 질량이 176 g이다. 반응에 참여한 초기 부탄의 양이 60 g일 때 미반응한 부탄의 양은 얼마인가? (단, 원자량은 탄소=12, 수소=1, 산소=16이다.)

- ① 2 g                                      ② 4 g  
③ 6 g                                      ④ 8 g

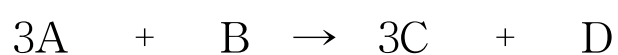
9. 다음 중 대기압이 1기압일 때 압력이 큰 순서로 나열된 것은?

(단, 다른 조건이 없으면 압력은 절대압이다.)

- ①  $3 \times 10^7 \text{ Pa} > 1 \text{ bar} > 2 \times 10^5 \text{ N/m}^2 > 2.7 \text{ mH}_2\text{O} > 380 \text{ mmHg}$   
②  $2 \times 10^5 \text{ N/m}^2 > 3 \times 10^7 \text{ Pa} > 1 \text{ bar} > 12.7 \text{ psi} > 1.5 \text{ mH}_2\text{O}$   
③  $3 \times 10^7 \text{ Pa} > 2 \times 10^5 \text{ N/m}^2 > 1 \text{ bar} > 1.5 \text{ mH}_2\text{O} > 12.7 \text{ psi}$   
④  $3 \times 10^7 \text{ Pa} > 2 \times 10^5 \text{ N/m}^2 > 1 \text{ bar} > 380 \text{ mmHg} > 5.6 \text{ psi}$

10. 다음 <보기>의 액상 기초반응은 회분식 반응기에서 진행된다. 반응물 A와 B의 초기농도가 10 mol/L와 2 mol/L이고 제한반응물의 전화율이 100%일 때, 제한반응물과 제한반응물이 아닌 반응물의 최종농도 (mol/L)를 바르게 나열한 것은?

< 보기 >



	제한반응물	제한반응물이 아닌 반응물의 최종농도
①	A	1
②	B	4
③	A	4
④	B	1

11. 다음 중 원형관을 통해 흐르는 뉴턴 유체에 적용되는 Hagen-Poiseuille 식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 최대 유속은 단위 길이당 압력강하에 반비례한다.  
② 관의 내경 방향으로의 유속 분포는 포물선 형태이다.  
③ 단위 길이당 압력강하는 유체의 밀도와 무관하다.  
④ 관벽면에서의 유속은 0이다.

12. 다음 중 발열 가역반응의 최적 조작(반응전화율을 극대화하고 반응기 부피를 최소화할 수 있는 조작)을 위해서 필요한 반응기 온도의 조작 방법으로 가장 옳은 것은?

- ① 초기에는 낮은 온도에서 운전하다가 점차 온도를 증가시킨다.  
② 초기에는 높은 온도에서 운전하다가 점차 온도를 감소시킨다.  
③ 최대한 높은 온도에서 유지한다.  
④ 최대한 낮은 온도에서 유지한다.

13. 건조 공기와 수증기로 구성된 기체 혼합물의 전체 압력은 1,000 mmHg이다. 건조 공기의 분압이 600 mmHg일 때 기체 혼합물의 절대습도는? (단, 건조 공기와 수증기의 분자량은 각각 30과 18이고, 모두 이상기체이다.)

- ① 0.4                                      ② 0.5  
③ 0.6                                      ④ 0.7

14. 등온 정압하의 변용 회분식 반응기에서 균일계 기상 반응  $2A + 3B \rightarrow 4C$ 를 진행한다. 반응초기에 2 mol의 A와 3 mol의 B만을 반응기에 넣을 때, 전화율( $X_A$ )로 나타낸 A의 농도( $C_A$ )는?

(단, 기체는 모두 이상기체이고  $C_{A_0}$ 는 A의 초기농도이다.)

- ①  $C_{A_0} \frac{1-0.2X_A}{1-X_A}$                                       ②  $C_{A_0} \frac{1-X_A}{1+0.2X_A}$   
③  $C_{A_0} \frac{1-X_A}{1-0.2X_A}$                                       ④  $C_{A_0} \frac{1+0.2X_A}{1-X_A}$

15. 다음 <보기>의 암모니아 생성 반응에서 암모니아의 수득률을 높이기 위한 반응조건으로 옳은 것은?

— < 보기 > —



- ① 저온, 저압                      ② 고온, 고압  
③ 저온, 고압                      ④ 고온, 저압

16. 기초반응인  $A \rightarrow B$  반응을 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 진행하여 얻은 반응물 A의 전환율은 50%이다. 동일한 조건에서 같은 크기의 플러그흐름반응기(PFR)에서 진행할 경우, 반응물 A의 전환율은?  
(단,  $e^{-1.0} = 0.368$ 으로 계산한다.)

- ① 18.4%                      ② 36.8%  
③ 63.2%                      ④ 73.6%

17. 연속교반탱크반응기(CSTR)의 부피는 100 L이고, 공급 반응물 중 A의 농도  $C_{A_0} = 1 \text{ mol/L}$ , A의 물공급속도  $F_{A_0} = 50 \text{ mol/min}$ 이다. 부피 변화율이 0이 아닌 경우 공간시간은?

- ① 1 min                      ② 2 min  
③ 5 min                      ④ 10 min

18.  $A + 3B \rightarrow 5R$ 인 반응에서  $r_R = 100 \text{ gmol/L} \cdot \text{min}$ 일 때, B에 관한 반응속도( $-r_B$ )는?

- ① 30 gmol/L·min                      ② 40 gmol/L·min  
③ 50 gmol/L·min                      ④ 60 gmol/L·min

19. 등온 회분식 반응기에서  $A \rightarrow B$ 인 비가역 2차 액상 반응을 진행하여, 반응개시 후 전환율 20%에 도달하는 데 20분 걸렸다. 전환율 50%에 도달하는데 걸리는 시간은?

(단, 다른 조건은 변함없다.)

- ① 20분                      ② 40분  
③ 60분                      ④ 80분

20. 내경이 10 cm인 원형 파이프 내부로 유체가 층류로 흐를 때, 원형 파이프 중심에서의 유속이 10 m/s 라고 하면 파이프 벽면으로부터 1 cm 떨어진 지점에서 유체의 유속(m/s)은?

- ① 2.2                      ② 2.6  
③ 2.8                      ④ 3.6

## 화공열역학

1. 0°C, 10 atm에서 1 mol의 A기체 부피의 실측치가 2.24 L일 때, 압축인자(Z)는?

- ① 0.5                                      ② 1  
③ 1.5                                      ④ 2

2. 다음 중 열(Q) 및 일(W)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

- ① 열역학 제1법칙은 열과 일의 변환 관계를 나타낸다.  
② 열은 계에서 외계로 전달될 때 (+)의 값을 갖는다.  
③ 열과 일은 공정의 경로에 관계없는 상태함수이다.  
④ 열과 일은 서로 변환될 수 없다.

3. 반데르 발스(Van der Waals)의 상태방정식이  $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$ 로 주어질 때, 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① a는 분자 간의 인력을 고려한 보정계수이다.  
② b는 분자 간의 척력을 나타내며,  $b < 0$ 이다.  
③ a와 b의 값이 0이면 이상기체 상태방정식이 된다.  
④ a와 b는 기체의 종류에 따라 각각 다른 값을 갖는다.

4. 등온과정의 부피에 대한 엔트로피 변화는 Maxwell 관계식에서 어떻게 나타나는가?

- ①  $-\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V$                                       ②  $\left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$   
③  $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$                                       ④  $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$

5. 다음 열역학 식에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?  
(단,  $\Delta U = Q + W$ 로 정의한다)

- ① 단열과정에서는  $dU = dW$ 이다.  
② 등압과정에서는  $dH = dQ$ 이다.  
③ 등온과정에서는  $dH = dW$ 이다.  
④ 정적과정에서는  $dU = dQ$ 이다.

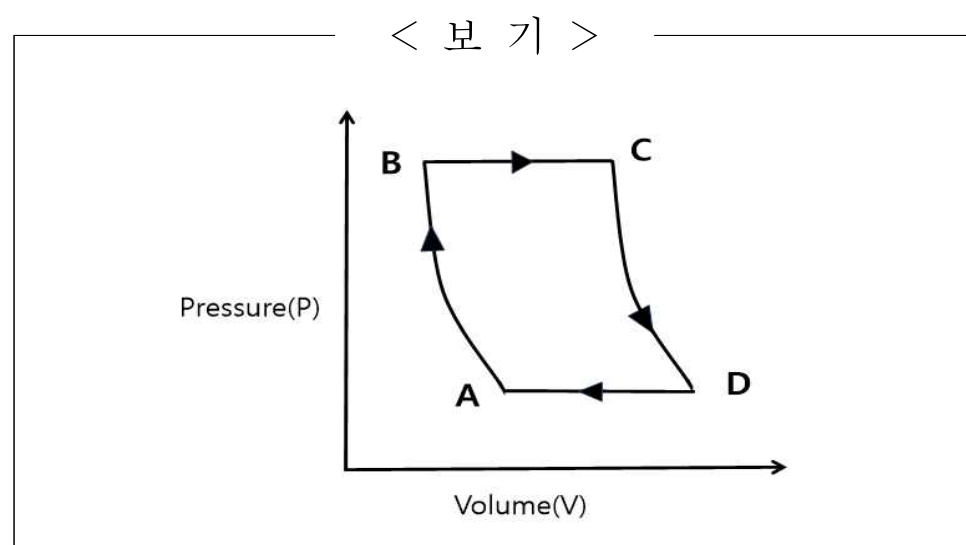
6. 피스톤/실린더 장치 내에서 1 mol의 공기가 1 m<sup>3</sup>의 초기부피로부터 5 m<sup>3</sup>의 최종상태로 가역팽창 할 때, 공기에 의해 행해진 일의 절댓값(J)은?

(단, P는 압력, V는 몰부피일 때, 공기는  $PV = 5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ 의 관계를 만족하며 변한다.)

- ① 4    ② 20  
③  $5\ln 5$                                       ④  $10\ln 5$

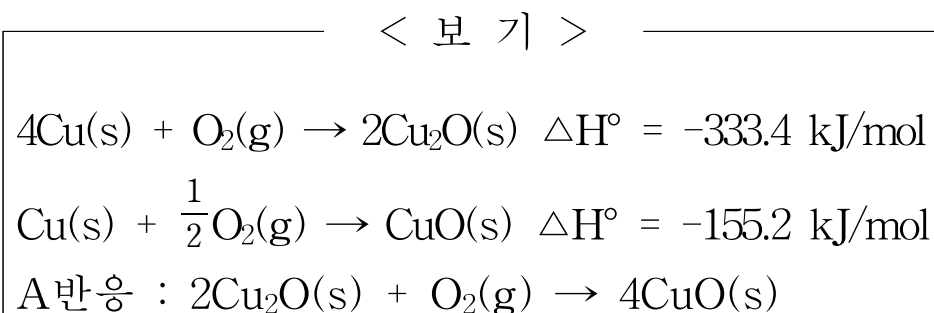
7. 다음 <보기>는 공기를 사용한 이상적인 기체터빈 기관(Brayton 사이클)의 P-V 선도를 나타낸다. 공정이 압력비( $P_B/P_A$ ) 4에서 가역적으로 운전될 때, 사이클의 효율은?

(단, 공기는 일정한 비열을 갖는 이상기체이며, 공기의 정압비열/정적비열 = 2로 가정한다.)



- ① 0.4    ② 0.5  
③ 0.6    ④ 0.7

8. 다음 <보기>의 표준상태 엔탈피 값을 이용하여 A반응의 표준상태 엔탈피(kJ/mol)를 구하면?



- ① 143.7 kJ/mol                                      ② 287.4 kJ/mol  
③ -143.7 kJ/mol                                      ④ -287.4 kJ/mol

9. 균일 혼합물의 열역학적 특성치 중에  $i$ 성분의 화학포텐셜로 가장 옳지 않은 것은?

- ①  $\mu_i = \left[ \frac{\partial(nA)}{\partial n_i} \right]_{nV, T, n_j}$       ②  $\mu_i = \left[ \frac{\partial(nU)}{\partial n_i} \right]_{nS, nV, n_j}$   
 ③  $\mu_i = \left[ \frac{\partial(nH)}{\partial n_i} \right]_{nS, P, n_j}$       ④  $\mu_i = \left[ \frac{\partial(nS)}{\partial n_i} \right]_{nV, T, n_j}$

10. 다음 중 순수한 물질의 PVT 거동에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

- ① 순수한 물질의 임계점보다 높은 온도와 압력에서는 상의 계면이 없어지며, 두 개의 상을 이루게 된다.  
 ② 용융곡선상의 한 점은 자유도가 1이다.  
 ③ 삼중점에서 자유도는 2이다.  
 ④ 임계점( $T_c$ ,  $P_c$ ) 이상에서는 기체 또는 액체인 플라스마 상태이다.

11. 다음 중 열역학 제2법칙에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 같은 온도에서 가역 사이클로 작동하는 기관의 열효율이 가장 크다.  
 ② 열역학 제2법칙을 위반하면서 작동하는 기관을 제2종 영구기관이라 한다.  
 ③ 모든 가역공정에서 총 엔트로피 변화량은 항상 양(+)의 값을 가진다.  
 ④ 외부에서 일이 가해지지 않으면 열은 낮은 곳에서 높은 곳으로 흐를 수 없다.

12. 다음 식 중 비가역 과정에 있어서 가장 옳은 것은?  
 (단,  $S$ 는 엔트로피,  $Q$ 는 열량,  $T$ 는 절대온도이다.)

- ①  $\Delta S > \int \frac{dQ}{T}$       ②  $\Delta S = \int \frac{dQ}{T}$   
 ③  $\Delta S < \int \frac{dQ}{T}$       ④  $\Delta S = 0$

13. 25°C, 1기압의 초기상태에서 고무풍선에 들어 있는 이상기체 1 mol이 다음 <보기>의 과정을 거칠 때, 기체의 물성에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

- < 보 기 > —  
 ㉠ 초기상태에서 온도를 100°C로 올렸다가 원래의 상태로 변화시킨다.  
 ㉡ 초기상태에서 온도를 0°C로 내렸다가 원래의 상태로 변화시킨다.

- ① ㉠의 경우에 일어나는 내부에너지의 변화가 ㉡의 경우에 일어나는 내부에너지의 변화보다 크다.  
 ② ㉠의 경우에 일어나는 깃스 자유에너지의 변화가 ㉡의 경우에 일어나는 깃스 자유에너지 변화보다 크다.  
 ③ ㉠의 경우에 일어나는 엔탈피의 변화가 ㉡의 경우에 일어나는 엔탈피의 변화보다 크다.  
 ④ ㉠과 ㉡에서 엔트로피의 변화는 0이다.

14. 닫힌계에서 300 K, 1 bar의 이상기체 1 mol을 일정 부피에서 온도가 900 K가 되도록 가열할 때, 엔트로피 변화(J/mol·K)는?

(단, 정압열용량  $C_p = \frac{5}{2}R$ 이고,  $\ln 3 = 1.1$ 이며,  $R$ 은 기체 상수이다.)

- ① 1.12R      ② 1.65R  
 ③ 2.45R      ④ 3.26R

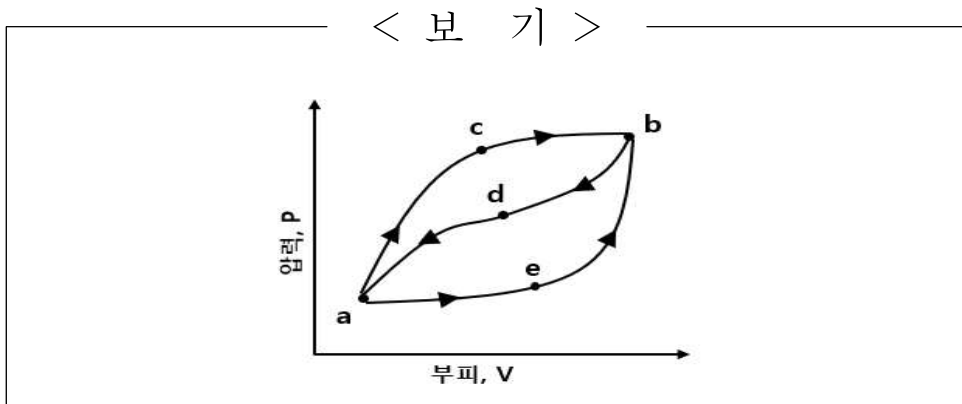
15. 다음 <보기>의 관계식을 이용하여 기체의 정압 열용량과 정적 열용량 사이의 일반식을 옳게 나타낸 것은?

— < 보 기 > —  

$$dS = \left( \frac{C_p}{T} \right) dT - \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dP$$

- ①  $C_p - C_V = \left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_P \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_V$   
 ②  $C_p - C_V = T \left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_P \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_V$   
 ③  $C_p - C_V = \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$   
 ④  $C_p - C_V = T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$

16. 다음 <보기>의 P-V 선도에서 a와 b 사이의 가역 과정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?



- ①  $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow a$  순환 경로에서 한 일은 0이다.  
 ②  $a \rightarrow c \rightarrow b$  경로와  $a \rightarrow e \rightarrow b$  경로에서 한 일의 양은 서로 다르다.  
 ③  $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow a$  순환 경로의 내부에너지 변화량은 0이다.  
 ④  $a \rightarrow e \rightarrow b$  경로와  $b \rightarrow d \rightarrow a$  경로에 대한 엔탈피 변화량의 절댓값은 같다.

17. 다음 <보기>와 같은 조건에서 랭킨 사이클의 효율은 얼마인가?

- < 보 기 >
- 보일러 입구에서의 엔탈피( $H_1 = 250 \text{ kJ/kg}$ )
  - 보일러 출구에서의 엔탈피( $H_2 = 3,000 \text{ kJ/kg}$ )
  - 터빈 출구에서의 엔탈피( $H_3 = 2,300 \text{ kJ/kg}$ )
  - 응축기 출구에서의 엔탈피( $H_4 = 240 \text{ kJ/kg}$ )

- ① 15.5%                      ② 21.5%  
 ③ 25.1%                      ④ 38.1%

18. 다음 중 디젤기관과 오토기관에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 디젤기관에서 공기는 연료의 자연발화 온도 이상까지 압축되고, 연소는 연료가 이 고온의 공기 속에서 분사되어 점착함으로써 시작된다.  
 ② 실제 디젤기관에서는 오토기관의 압축비보다 높은 압축비를 사용한다.  
 ③ 압축비가 같다면 디젤기관이 오토기관보다 열효율이 높다.  
 ④ 디젤기관은 압축착화 왕복기관이고 오토기관은 불꽃점화 왕복기관이다.

19. 어떤 냉동기는 매 냉동톤당 2 kW의 전력이 소요된다. 이 냉동기의 성능계수(COP)는 얼마인가? (단, 1냉동톤당 12,000 Btu/h이고,  $1 \text{ kW} \approx 3,400 \text{ Btu/h}$ 이다.)

- ① 0.88                      ② 1.76  
 ③ 3.54                      ④ 7.03

20. 1 kg의 어떤 액체가 실린더 내에서 일정 온도와 100 kPa 압력에서 완전히 기화하는 가역공정이 있다. 이 공정이 일어나는 동안 200 kJ의 열량이 실린더 내부로 가해질 때, 이 물질이 얻는 내부 에너지(kJ)는?

(단, 액체의 비부피(Specific volume)는  $0.01 \text{ m}^3/\text{kg}$ , 증기의 비부피는  $1.67 \text{ m}^3/\text{kg}$ 이다.)

- ① 34                      ② 168  
 ③ 200                      ④ 366

## 전 달 현 상

1. 전열면적이  $1 \text{ m}^2$ 인 나무의 평균 열전도도가  $100^\circ\text{C}$ 에서  $0.06 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$ 이다. 이 나무의 두께가  $100 \text{ mm}$ 일 때  $100^\circ\text{C}$ 에서 열저항(Thermal Resistance)은 약 몇  $^\circ\text{C/W}$  인가?

- ① 0.83                      ② 1.67  
③ 2.52                      ④ 4.24

2. 유체 속에 잠겨있는 금속구 주위에서 강제대류 열전달이 일어날 때의 열전달 상관식은  $Nu = C \cdot Re^{1/2} Pr^{1/3}$ 이고, 대류열전달계수는  $h_1$ 이다. 다른 조건들은 동일하게 하고, 금속구의 직경을 4배로 할 경우 대류열전달 계수( $h_2$ )는?

(단,  $C$ 는 상수,  $Nu$ 는 Nusselt 수,  $Re$ 는 Reynolds 수,  $Pr$ 은 Prandtl 수이다.)

- ①  $2h_1$                       ②  $h_1$   
③  $\frac{1}{2}h_1$                       ④  $\frac{1}{\sqrt{2}}h_1$

3. 건물 벽의 두께가  $10 \text{ cm}$ 이고, 겨울철 바깥 표면의 온도가  $0^\circ\text{C}$ 일 때, 안쪽 표면의 온도를  $30^\circ\text{C}$ 로 유지 하면 벽을 통한 단위 면적당 열전달량은?

(단, 건물 벽의 열전도도는  $0.01 \text{ kcal/m}\cdot\text{hr}\cdot^\circ\text{C}$ 이다.)

- ①  $0.005 \text{ kcal/m}^2\cdot\text{min}$                       ②  $0.05 \text{ kcal/m}^2\cdot\text{min}$   
③  $0.5 \text{ kcal/m}^2\cdot\text{min}$                       ④  $5 \text{ kcal/m}^2\cdot\text{min}$

4. 다음 중 열전도도에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 일반적인 열전도도의 크기는 액체 > 고체 > 기체 순서이다.  
② Fourier의 법칙에서 비례상수  $k$ 는 열전도도이며, 온도의 함수이다.  
③ 일반적으로 기체의 열전도도는 온도 상승에 따라 증가한다.  
④ 이상기체의 열전도도는 평균 분자속도에 비례한다.

5. 다음 중 펌프에서 일어나는 공동화 현상(Cavitation)을 피하기 위해 할 수 있는 가장 옳은 것은?

- ① 저장조에서 펌프로 유체를 보내는 파이프의 직경을 크게 한다.  
② 펌프 전단에 있는 저장조를 더 낮은 곳에 설치한다.  
③ 펌프의 임펠러 속도를 증가시킨다.  
④ 유체의 온도를 높인다.

6. 다음 중 정류(Rectification)공정에서 환류비가 커지면 일어나는 현상으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 제품의 순도가 높아진다.  
② 정류탑의 단수가 작아진다.  
③ 가열과 냉각에 따른 비용이 증가한다.  
④ 제품의 생산량이 증가한다.

7. 수직으로 놓인 지름  $1 \text{ m}$ 의 원통형 탱크에 높이  $2 \text{ m}$ 까지 물이 채워져 있다. 탱크 바닥에 내경  $5 \text{ cm}$ 의 관을 연결하여  $1 \text{ m/s}$ 의 일정한 관내 평균유속으로 물을 배출한다면, 탱크의 물이 모두 배출 되는데 걸리는 시간으로 가장 맞는 것은?

- ① 500초                      ② 600초  
③ 700초                      ④ 800초



8. 복사능이 0.4이고 온도가 400 K인 '표면A'와 비교할 때 복사능이 0.8이고 온도가 800 K인 '표면B'의 총 복사에너지는 '표면A'의 총 복사에너지에 대해 몇 배인가?

- ① 6                                      ② 12  
③ 24                                      ④ 32

9. 다음 설명 중 가장 옳은 것은?

- ① 기체 충전탑의 액체 유량을 줄이면 편류(Channeling)는 감소한다.  
② 기체 흐름에 의해 액체의 체류량이 증가하기 시작하는 기체속도를 범람속도라 한다.  
③ 기체 충전탑에서 조작선의 평균 기울기는 액상과 기상의 몰유량(Molar flow rate) 비이다.  
④ 기체의 확산계수는 절대압력이 클수록 증가한다.

10. 면적이  $1 \text{ m}^2$ , 두께 3 mm, 열전도도  $k = 0.6 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 인 유리창이 있다. 이 유리창 내부에서의 열전달계수  $h_i = 2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , 외부에서의 열전달계수  $h_o = 2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 이다. 창문 내부 온도가 320 K, 창문 외부 온도가 270 K일 때 창문을 통한 열손실은 대략 어느 정도인가?

- ① 5 W                                      ② 50 W  
③ 500 W                                      ④ 5,000 W

11. 초산과 물의 혼합액에 추제 벤젠을 가하여 초산을 추출한다. 추출상의 wt%가 초산 3, 물 0.5, 벤젠 96.5이고, 추진상은 wt%가 초산 27, 물 70, 벤젠 3일 때 초산에 대한 벤젠의 선택도는 약 얼마인가?

- ① 8.95                                      ② 15.6  
③ 72.5                                      ④ 241.5

12. 벤젠 30 mol%, 톨루엔 70 mol% 혼합액 100 mol/h를 증류탑에 공급하여 벤젠이 90 mol% 함유된 탑상(Top product)과 10 mol% 함유된 탑저(Bottom product)로 분리된다. 탑상 제품의 유량은?

- ① 20 mol/h                                      ② 25 mol/h  
③ 30 mol/h                                      ④ 35 mol/h

13. 증류탑의 총괄효율이 60%이고, 이론단수가 18단 일 때 실제단수는 얼마인가?

- ① 12단                                      ② 24단  
③ 30단                                      ④ 36단

14. 복사에 의해 열전달이 일어나고 있는 물체의 복사 에너지 반사율이 0.4이고, 흡수율이 0.3이라면, 이 물체의 투과율은?

- ① 0.1                                      ② 0.3  
③ 0.7                                      ④ 1

15. 다음 중 유체에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

- ① 전단응력(Shear stress)은 전단력(Shear force)과 전단면적을 곱한 값이다.
- ② 비중과 점도와의 관계를 비점도라 한다.
- ③ 속도구배가 증가함에 따라 점도가 증가하는 유체를 유사가소성 유체(Pseudoplastic fluid)라고 한다.
- ④ 주어진 유체의 표면장력과 단위 면적당 에너지는 동일한 수치 및 단위를 갖는다.

16. 증류탑에서 공급단으로 들어가는 공급원료가 과열 증기(Superheated vapor)상태이다. 공급 단에서 9 mol의 공급원료에 대하여 2 mol의 액체가 기화할 때, 원료공급선(Feed line)의 기울기는?

- ①  $-\frac{2}{7}$                       ②  $-\frac{2}{9}$
- ③  $\frac{2}{11}$                       ④  $\frac{2}{9}$

17. 향류(Countercurrent flow) 이중관 열교환기 내에서 알코올과 물 사이에 열이동이 일어난다. 알코올은 60℃로 주입되어 30℃로 배출되고, 물은 16℃로 주입되어 32℃로 배출된다. 관을 통한 단위 면적당 열흐름 속도(W/m<sup>2</sup>)는?

(단, 총괄 열전달 계수는 600 W/m<sup>2</sup>·℃이고, ln2 = 0.7이다.)

- ① 18,000                      ② 16,000
- ③ 14,000                      ④ 12,000

18. 레이놀즈 수( $N_{Re}$ )는 층류와 난류를 구분할 수 있는 무차원의 값이다. 내경 0.01 m의 관내를 평균 0.7 m/s로 진행하는 액체의 밀도가 100 kg/m<sup>3</sup>, 점도가 0.1 P일 경우, 이 액체의 레이놀즈수와 흐름은?

- ① 70            층류                      ② 70            난류
- ③ 7,000       난류                      ④ 7,000       층류

19. 다음 <보기>의 레이놀즈 수(Re)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

< 보기 >

- ㉠ 원통관 안에 흐르는 유체흐름에서  $Re = 1 \times 10^3$  이면 층류이다.
- ㉡ 평판 위에 평행하게 흐르는 유체흐름에서  $Re = 6 \times 10^5$  이면 난류이다.
- ㉢ 관 내부의 흐름에서 마찰계수는 관 표면의 거칠기에 관계없이 Re만의 함수이다.

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

20. 다음 중 대류 열전달과 관련된 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 자연대류에서 무차원 넛셀(Nusselt) 수는 무차원 그라쇼프(Grashof) 수와 무차원 플란틀(Prandtl) 수의 함수이다.
- ② 강제대류에서 무차원 넛셀(Nusselt) 수는 무차원 레이놀즈(Reynolds) 수와 무차원 플란틀(Prandtl) 수의 함수이다.
- ③ 관성력이 일정할 경우 점성력이 증가할수록 무차원 레이놀즈(Reynolds) 수는 커진다.
- ④ 대부분의 액체에서 플란틀(Prandtl) 수는 1보다 크다.

