

1과목 : 화공열역학

- 어떤 기체가 외압 1기압이며 부피 10L에서 24L로 가역 팽창하였다. 이 때 행한 일은 얼마인가?  
 ① 14L-atm.                      ② 10L-atm  
 ③ 24L-atm                      ④ 240L-atm
- 용적 400L의 탱크에 200℃의 질소 140kg을 저장하려한다. 이상적 행동을 한다면 이 때 압력은?  
 ① 615.12 atm                      ② 500.57 atm  
 ③ 484.83 atm                      ④ 313.91 atm
- 정용과정의 온도에 대한 엔트로피의 변화는 Maxwell 관계식에서 어떻게 나타나는가?  
 ①  $-\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V$                       ②  $\left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$   
 ③  $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$                       ④  $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$
- 물의 증발잠열  $\bar{H}$  는 1기압, 100℃에서 539cal/g이다. 만일 이 값이 온도와 기압에 따라 큰변화가 없다면 압력이 635mm Hg인 고산지대에서 물의 끓는 온도는?  
 ① 26.2℃                      ② 30℃  
 ③ 95℃                      ④ 98℃
- 동일한  $\omega$  (acentric factor)의 값을 갖는 유체와 관계가 있는 것은?  
 ① 같은 Pr, Tr 에서 Z 값은 같다.  
 ② 같은 Tr, Vr 에서 Z 값은 같다.  
 ③ 같은 Pr, Tr 에서 Zc 값은 같다.  
 ④ 같은 Tr, Vr 에서 Zc 값은 같다.
- fugacity에 관한 설명 중 틀린 것은?  
 ① 일종의 시강(intensive properties)변수이다.  
 ② 이상기체 압력에 대응하는 실제기체의 상태량 이다.  
 ③ 이상기체 압력에 퓨거시티계수를 곱하면 퓨거시티가 된다.  
 ④ 퓨거시티는 압력만의 함수이다.
- 압력  $P_1$ , 절대온도  $T_1$ , 부피  $V_1$  인 공기를 절대온도  $T_2$ 까지 온도를 상승시켰을 때 내부에너지의 변화는?  
 ①  $\frac{P_1 V_1}{RT_1} C_V (T_2 - T_1)$                       ②  $\frac{RT_1}{P_1 V_1} C_V (T_2 - T_1)$   
 ③  $\frac{R_1 V_1}{RT_1} C_P (T_2 - T_1)$                       ④  $\frac{RT_1}{P_1 V_1} C_P (T_2 - T_1)$
- 질소를 이상기체라고 생각하였을 때 실온에서의 Cp는? (단, R은 기체상수)

$$\begin{array}{ll} \textcircled{1} \frac{3}{2}R & \textcircled{2} \frac{5}{2}R \\ \textcircled{3} \frac{7}{2}R & \textcircled{4} \frac{9}{2}R \end{array}$$

- Gibbs -Duhem 식에서 얻어진 공존 방정식인 다음 식이 성립 될 수 없는 경우는?

$$\frac{dP}{dY_1} = \frac{P(Y_1 - X_1)}{Y_1(1 - Y_1)}$$

P:전압,  $X_1$ ,  $Y_1$ 은 각각 액상 및 기상 조성

- ① 저압인 경우                      ② 온도가 일정한 경우  
 ③ 진한 용액인 경우                      ④ 2상이 공존할 경우
- 엔트로피(entropy)에 관한 설명 중 틀린 것은?  
 ① 엔트로피는 상태함수이다.  
 ② 비가역 변화에서 그 계의 엔트로피는 증가한다.  
 ③ 가역변화에서 고립계(isolated system)의 엔트로피는 감소한다.  
 ④ 순환과정(cyclic process)에서 계의 엔트로피 변화는 0 이다.
- 다음 중 용해, 기화, 승화시 변하지 않는 열역학적 성질에 해당하는 것은?  
 ① 엔트로피                      ② 내부에너지  
 ③ 화학 포텐셜                      ④ 엔탈피
- 단열된 상자가 2개의 같은 부피로 양분되었고, 한 쪽에는 Avogadro수의 이상 기체 분자가 들어 있고 다른 쪽에는 아무 분자도 들어 있지 않다고 한다. 칸막이가 터져서 기체가 양쪽에 차게 되었다면 이때 엔트로피 변화 값  $\Delta S$ 는 다음 중 어느 것인가?  
 ①  $\Delta S = RT \ln 2$                       ②  $\Delta S = -R \ln 2$   
 ③  $\Delta S = R \ln 2$                       ④  $\Delta S = -RT \ln 2$
- 응축성 유체를 작업유체로 사용하는 열기관에서 유체의 증발열이 클 경우에는 어떤 결과가 기대되는가?  
 ① 단위동력당 유체의 순환량이 증가한다.  
 ② 단위동력당 유체의 순환량이 감소한다.  
 ③ 열기관의 효율이 증가한다.  
 ④ 열기관의 효율이 떨어진다.
- 내연기관 중 자동차에 사용되고 있는 것으로 흡입행정은 거의 정압에서 일어나며, 단열압축 과정 후 전기 점화에 의해 단열 팽창하는 사이클은 어떤 사이클인가?  
 ① 오토(Otto) 사이클                      ② 디젤(Diesel) 사이클  
 ③ 카르노(Carnot) 사이클                      ④ 랭킨(Rankin) 사이클
- 어떤 연료의 발열량이 10000kcal/kg일때 이 연료 1kg이 연소해서 30%가 유용한 일로 바뀔수 있다면 500kg의 무게를 올릴 수 있는 높이는 약 얼마인가?  
 ① 25m                      ② 250m  
 ③ 2.5km                      ④ 25km

16. 3개의 기체 화학종(Chemical species)  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $NH_3$ 로 구성된 화학반응이 일어나는 반응계의 자유도는?

- ① 0                      ② 1  
③ 2                      ④ 3

17. 다음 식 중에서 증기압을 구할 수 없는 방정식은?

- ① Clausius-Clapeyron equation    ② Antoine equation  
③ Riedel equation                      ④ Dieterici equation

18. 다음은 이상용액에 관련된 식들이다. 이중에 틀린 것은?

- ①  $H^{id} = \sum x_i H_i$   
②  $S^{id} = \sum x_i S_i + R \sum x_i \ln x_i$   
③  $G^{id} = \sum x_i G_i + RT \sum x_i \ln x_i$   
④  $\mu_i^{id} = G_i + RT \ln x_i$

19. 2.0[atm]의 압력과 25[°C]의 온도에 있는 2.0 몰의 수소가 동일조건에 있는 3.0 몰의 암모니아와 이상적으로 혼합될 때 깁스 자유에너지 변화량( $\Delta G^M$ )은?

- ① - 8.34 [kJ]                      ② - 5.58 [kJ]  
③ 5.58 [kJ]                      ④ 8.34 [kJ]

20. 용량이 100,000 kW 인 발전소에서 600 K에서 스팀을 생산하여 발전기를 작동시킨 후 300 K에서 버린다. 만일 이 발전소의 열 효율이 가능한 최대효율의 60 % 라고 할 때, 얼마만한 열을 버려야 하는가?

- ① 200,000 kW                      ② 166,667 kW  
③ 333,333 kW                      ④ 233,333 kW

## 2과목 : 화학공업양론

21. 탄소 3g가 산소 16g 중에서 완전연소 되었다면 연소 후 혼합기체의 부피는 0°C, 1atm에서 몇 L인가?

- ① 22.4                      ② 16.8  
③ 11.2                      ④ 5.6

22.  $NH_3$  10kg을 20°C에서 0.1m<sup>3</sup>로 압축하려면 어느 정도의 압력을 가하여야 하는가? (단,  $NH_3$ 의 분자량은 17이며, 1atm = 1.03kg/cm<sup>2</sup>이다.)

- ① 145.9kg · cm<sup>-2</sup>                      ② 182.5kg · cm<sup>-2</sup>  
③ 190.2kg · cm<sup>-2</sup>                      ④ 198.4kg · cm<sup>-2</sup>

23. 기체 A의 30vol%와 기체 B의 70vol%의 기체 혼합물에서 기체 B의 일부가 흡수탑에서 산에 흡수되어 제거된다. 이 흡수탑을 나가는 기체 혼합물 조성에서 기체 A가 80vol%이고 흡수탑을 들어가는 혼합기체가 100mole/hr라 하면 얼마의 기체 B가 흡수되었는가(mole/hr)?

- ① 52.5                      ② 62.5  
③ 72.5                      ④ 82.5

24. 30°C, 1atm하에서 40wt%의 에탄올과 60wt%의 물이 혼합되고 있다면 에탄올의 농도는 몇 g/L라고 볼 수 있는가? (단, 혼합액의 밀도는 0.938g/cm이다.)

- ① 356 g/L                      ② 375 g/L

③ 938 g/L

④ 891 g/L

25. 같은 조건에서 비교 습도와 상대습도와의 관계를 나타낸 것 중 옳은 것은?

- ① 비교습도는 상대습도 보다 항상크다.  
② 상대습도는 비교습도 보다 항상크다.  
③ 상대습도와 비교습도는 일정한 관계가 없다.  
④ 상대습도와 비교습도는 포화상태를 제외하면 동일하다.

26. Van der waals 상태 방정식에 관한 설명 중 틀린 것은?

- ① 고압으로 갈수록 실제기체에 잘 맞는다.  
② 이상기체에서 분자 인력에 대해 보정한 것이다.  
③ 이상기체에서 분자 부피에 대해 보정한 것이다.  
④ 보정상수 a의 st 단위는 Pa · m<sup>6</sup>mol<sup>-2</sup>이다.

27. 다음 반응의 표준 반응열은? (단, 표준연소열  $\Delta H_{298}^\circ$ 은  $C_2H_5OH(l) = -326.7\text{kcal/g-mole}$ ,  $CH_3COOH(l) = -208.4\text{kcal/g-mole}$ ,  $CH_3COOC_2H_5(l) = -538.8\text{kcal/g-mole}$ ,  $H_2O(l) = 0\text{kcal/g-mole}$ )



- ① +3.7kcal/g-mole                      ② -3.7kcal/g-mole  
③ -6.7kcal/g-mole                      ④ +6.7kcal/g-mole

28. 어떤 연료유의 분석치는 탄소 87%, 수소 13% 였다. 이 연료유의 발열량을 산소 불연량계 속에서 측정하고 결과 열량계의 온도가 25°C였을 때, 19450 및 19410 Btu/lb였다. 정용 조건하의 실험에서 구한 발열량  $Q_v$ 와 정압발열량  $Q_p$ 와의 차는 몇 Btu/lb이겠는가?

- ①  $Q_p - Q_v = 103.92 \text{ Btu/lb}$   
②  $Q_p - Q_v = 51.96 \text{ Btu/lb}$   
③  $Q_p - Q_v = 40.05 \text{ Btu/lb}$   
④  $Q_p - Q_v = 34.64 \text{ Btu/lb}$

29. 고체가 액체로 용해 시 나타나는 에너지 변화의 설명 중 맞는 것은?

- ① 내부에너지 변화는 엔탈피 변화와 거의 같다.  
② 압력 변화를 고려하여 에너지 변화를 계산한다.  
③ 체적 변화를 고려하여 에너지 변화를 계산한다.  
④ 압력과 체적의 적(積) 변화를 고려하여 에너지 변화를 계산한다.

30. 수분이 60%인 어묵을 500kg/h의 속도로 건조하여 수분을 20%로 만들 때 수분의 증발속도[kg/h]는 얼마인가?

- ① 200                      ② 220  
③ 240                      ④ 250

31. 평형상수의 설명 중 틀린 것은?

- ① 반응속도상수에 무관하다.  
② 반응속도에 관계한다.  
③ 반응물 양에 무관하다.  
④ 반응속도상수에 관계한다.

32. pulp를 건조기 속에 넣어 수분을 증발시키는 공정이 있다. 이 때 pulp가 70wt%의 수분을 포함하고, 건조기에서 100kg의 수분을 증발시켜 30wt% pulp가 되었다면 원래의 pulp의

무게(kg)는 얼마인가?

- ① 125                      ② 150  
③ 175                      ④ 200

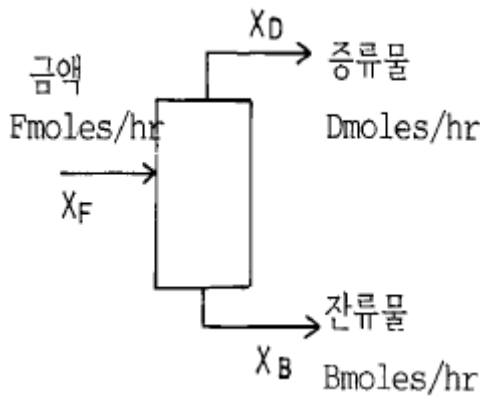
33. 단열 과정에서의 P, V, T 관계를 옳게 나타낸 것은? (단,  $r = C_p/C_v$ )

- ①  $P_1/T_2 = (P_1/P_2)^{\frac{r-1}{r}}$   
②  $P_1/P_2 = (V_1/V_2)^{r-1}$   
③  $P_1/T_2 = (V_2/V_1)^r$   
④  $V_2/V_1 = (P_1/P_2)^{\frac{r-1}{r}}$

34. 1mole% 에탄( $C_2H_6$ )을 함유하는 가스가 20atm, 20℃의 물에 접촉시 용해되는 에탄의 몰분율은? (단, 에탄의 헨리상수(H)는  $2.63 \times 10^4 \text{ atm/mole fraction}$ 이다.)

- ①  $7.6 \times 10^6 \text{ mole } C_2H_6/\text{mole}$   
②  $8.3 \times 10^6 \text{ mole } C_2H_6/\text{mole}$   
③  $8.6 \times 10^6 \text{ mole } C_2H_6/\text{mole}$   
④  $9.1 \times 10^6 \text{ mole } C_2H_6/\text{mole}$

35. 톨루엔속에 녹은 40%의 이염화에틸렌 용액이 매 시간 100mole씩 증류탑 중간으로 공급된다. 탑속의 축적량은 없다. 두 물질 100mole/hr는 두 곳으로 나간다. 하나는 위로 올라가는데 이것을 증류물이라 하고, 밑으로 나가는 것을 밑흐름이라 한다. 증류물은 이염화에틸렌 95%를 가졌고 밑흐름은 이염화에틸렌 10%를 가졌다. 각 흐름의 속도는 얼마인가?



- ①  $D=35.3 \text{ mole/hr}$ ,  $B=64.7 \text{ mole/hr}$   
②  $D=64.7 \text{ mole/hr}$ ,  $B=35.3 \text{ mole/hr}$   
③  $D=0.35 \text{ mole/hr}$ ,  $B=0.64 \text{ mole/hr}$   
④  $D=0.64 \text{ mole/hr}$ ,  $B=0.35 \text{ mole/hr}$

36. 기체, 액체 및 고체의 열용량의 설명 중 틀린 것은?

- ① 기체 열용량은 압력변화에 의존한다.  
② 액체 열용량은 기체보다 압력변화에 덜 의존한다.  
③ 고체의 정압열용량은 정용열용량보다 크다.  
④ 고체 열용량은 압력변화에 무관하다.

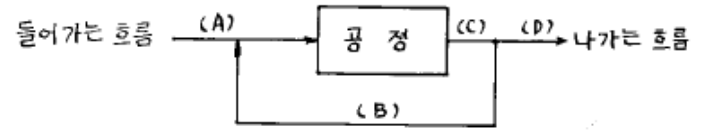
37. 0℃의 공기 2mole을 -100℃까지 냉각하는데 얼마의 열량을 제거하여야 하는가? (단, 이 온도 범위의 평균 몰 비열은  $5.5 \text{ kcal/mol} \cdot ^\circ\text{C}$ 이다.)

- ① -550 kcal                      ② -800 kcal

③ -1100 kcal

④ -1350 kcal

38. 다음 조작에서 조성이 서로 다른 흐름은? (단, 정상상태이다.)



- ① (A)                      ② (B)  
③ (C)                      ④ (D)

39. 실온에서 조성이 부피%로 탄산가스 30%, 일산화탄소 5%, 산소 10%, 질소 55%인 혼합가스의 평균 분자량은?

- ① 33.2                      ② 43.2  
③ 45.2                      ④ 47.2

40. 20℃에서 물 100g에 녹는 결정 황산나트륨( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ )은 56.4g이다. 이 온도에서 황산나트륨의 용해도

$\left( \frac{gNa_2SO_4}{100gH_2O} \right)$  를 구하면 얼마인가? (단, Na의 원자량 23, S의 원자량 32이다.)

- ① 0.189                      ② 18.9  
③ 0.249                      ④ 24.9

### 3과목 : 단위조작

41. 비등액체로의 열전달에 있어서 수평가열관이 끓는 액체가 들어 있는 용기 내에 잠겨 있는 경우 수평가열관의 온도와 끓는 액체의 온도 사이의 온도차에 따라 발생하는 현상이 아닌 것은?

- ① 핵비등                      ② 자연대류  
③ 전이비등                      ④ 적비등

42. 적상응축(Dropwise condensation)과 막상응축(Film condensation)중 평균열전달계수의 크기는?

- ① 적상응축이 막상응축 보다 크다.  
② 막상응축이 적상응축 보다 크다.  
③ 둘 다 같다.  
④ 경우에 따라 다르다.

43. 총전탑에 있어서 한계 기액비(minimum solvent ratio)는

$\left( \frac{L'}{V'} \right)_{min}$  으로 표시한다. 이 비(比)가 클 때 탑에 미치는 영향은?

- ① 탑의 길이는 길어지고 농축비용은 감소한다.  
② 탑의 길이는 짧아지고 농축비용도 감소한다.  
③ 탑의 길이는 길어지고 기체의 회수비용은 작아진다.  
④ 탑은 짧아지나 기체의 회수비용은 흡수액의 희석때문에 커진다.

44. 내경 5cm의 관속을 비중 0.8, 점도 20cP의 기름이 흐른다 유속이 1m/s 이고, 관의 한 점의 정압이  $1 \text{ kg/cm}^2 \cdot G$  일 때 여기서부터 100m 하류로 10m 저위에 있는 관의 한 점의 정압은?

- ①  $1.5\text{kg/cm}^2 \cdot \text{G}$       ②  $3.0\text{kg/cm}^2 \cdot \text{G}$   
 ③  $3.5\text{kg/cm}^2 \cdot \text{G}$       ④  $5.0\text{kg/cm}^2 \cdot \text{G}$

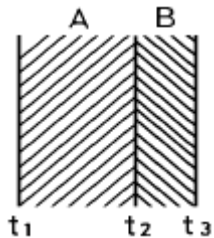
45. 증발조작에 있어서 진공증발의 목적과 관계 없는 것은?

- ① 부대설비가 필요 없다.  
 ② 열에 예민한 물질을 농축하는데 적절한 조작이다.  
 ③ 증기의 열 경제성을 향상시킨다.  
 ④ 비점을 저하시킨다.

46. 연속정류(Rectification)에서 환류비가 미치는 영향에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 최적환류비 보다 증가할 때 이다.)

- ① 정류탑의 탑경이 커진다.  
 ② 이론단수가 작아진다.  
 ③ 리보일러(Reboiler)의 용량이 작아진다.  
 ④ 응축기의 용량이 커진다.

47. 서로 밀착되어 있는 두개의 평판 A, B가 있다. A의 열전도도가  $1\text{kcal/hr} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}$ , 두께 2m 이고, B의 열전도도가  $2\text{kcal/hr} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}$ , 두께가 1m 이다.  $t_1 = 500^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 300^\circ\text{C}$  이면  $t_3$  는 몇  $^\circ\text{C}$  인가?



- ①  $250^\circ\text{C}$       ②  $230^\circ\text{C}$   
 ③  $200^\circ\text{C}$       ④  $180^\circ\text{C}$

48. 분쇄에너지는 생성입자의 입경의 평방근에 반비례한다는 법칙은?

- ① Sherwood 법칙      ② Rittinger 법칙  
 ③ Kick 법칙      ④ Bond 법칙

49. 의사성유체(Pseudoplastic fluid)에 대한 문턱전단응력( $\tau_0$ )과 상수( $n$ )의 값이 바르게 표시된 것은?

- ①  $\tau_0 = 0, n > 1$       ②  $\tau_0 = 0, n < 1$   
 ③  $\tau_0 \neq 0, n = 1$       ④  $\tau_0 \neq 0, n \neq 1$

50. 이중열교환기에 있어서 내부관의 두께가 매우 얇고, 관벽 내부경막열전달계수  $h_i$  가 외부경막열전달계수  $h_o$  와 비교하여 대단히 클 경우 총괄열전달계수  $U$  에 대한 가장 적절한 표현은?

- ①  $U = h_i + h_o$   
 ②  $U = h_i$   
 ③  $U = h_o$

④ 
$$U = \frac{1}{1/h_i + l_2/k_2 + 1/h_o}$$

51. 벤젠이 60mol% 인 벤젠-톨루엔 혼합액 100kg-mol을 단증류하여 남은 액을 벤젠 5mol% 로 하는데 필요한 유출량은 몇 kg-mol인가? (단, 비휘발도는 3.5로 한다.)

- ① 62.4      ② 71.6

- ③ 89.0      ④ 92.5

52. 추출(Extraction)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 무한대로 추출할 경우 추잔율은 0 이 된다.  
 ② 무한대로 추출할 경우 추출율은 1 이 된다.  
 ③ 추료중에 포함된 가용성 성분을 추료(feed)라 한다.  
 ④ 고-액 추출은 침출(leaching)이라고도 한다.

53. 추출은 용질의 어떤 물리적 성질 차이를 이용하여 분리하는 방법인가?

- ① 비점      ② 전하량  
 ③ 용해도      ④ 분자량

54. 정류탑의 이론단수가 최대가 되기 위한 환류비(Reflux Ratio)는?

- ① 최소 환류비      ② 평균 환류비  
 ③ 전 환류비      ④ 최적 환류비

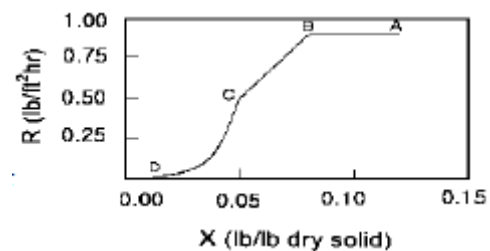
55. 하겐-프아즈(Hagen-Poiseuille)식이 성립하기 위한 유체의 흐름과 관련된 조건이 아닌 것은?

- ① 수평관을 흐르는 유체      ② 난류  
 ③ 뉴우튼 유체      ④ 완전발달흐름

56. 유량측정 장치에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① Rotameter 는 유량을 직접 측정 한다.  
 ② Venturimeter 는 orifice 보다 압력손실이 크다.  
 ③ Pitot tube 는 국부유속을 측정하여 유량을 측정할 수 있다.  
 ④ 전자유량계는 패러데이의 전자유도법칙을 이용한 것이다.

57. 다음 그림은 다공성 고체의 건조에 대한 자유수분 (X)과 건조속도(R)의 관계를 나타낸 것이다. 이 그래프에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① AB 구간에서 고체 내부로부터 표면으로의 물공급이 충분하여, 표면이 물로 충분히 젖어 있다.  
 ② AB 구간에서 고체 표면온도는 공기의 건조온도에 접근한다.  
 ③ BC 구간에서 고체 기공속의 물은 연속상이다.  
 ④ CD 구간에서 고체에는 온도구배가 생긴다.

58. 가열한 용액을 고진공실로 보내어 자기증발을 행하는 열 전달면이 없는 증발방식으로 최근 바닷물의 담수화에 이용되는 방법은?

- ① 진공증발법      ② 플래쉬증발법  
 ③ 냉매압축법      ④ 자기증기압축법

59. 실린더 형태의 봉에 있어서 반경 방향의 열전달만 고려할 경우 온도 T와 봉 중심으로부터 외부 표면까지의 거리 r과의 관계로서 옳게 설명한 것은?

- ① T와 r은 직선 관계이다.  
② T와  $\ln r$ 은 직선 관계이다.

$$\frac{1}{r}$$

- ③ T와  $\frac{1}{r}$ 은 직선 관계이다.  
④ T와 r은 전혀 관계가 없다.

60. 도관의 내경이 49mm이고 외경이 149mm이며 길이가 10m일 때, 이 도관의 대수 평균표면적은?  
① 2.35m<sup>2</sup>                      ② 2.54m<sup>2</sup>  
③ 2.82m<sup>2</sup>                      ④ 2.92m<sup>2</sup>

4과목 : 반응공학

61.  $A + B \rightarrow R$ 인 2차 반응에서  $C_{A0}$ 와  $C_{B0}$ 의 값이 서로 다를 때 반응속도상수 k를 얻기 위한 방법은? (단, 반응물을 양론 비로 공급하지 않은 경우)  
①  $\ln(C_B C_{A0}/C_A C_{B0})$ 와 t를 도시(plot)하여 원점을 지나는 직선을 얻는다.  
②  $\ln(C_B/C_A)$ 와 t를 도시하여 원점을 지나는 직선을 얻는다.  
③  $\ln[(1 - X_A)/(1 - X_B)]$ 와 t를 도시하면 절편이  $\ln(C_{B0}/C_{A0})$ 이다.  
④ 위의 세 경우 모두 기울기는  $(C_{A0} - C_{B0})k$ 이다.
62.  $A \rightarrow R \rightarrow S$  ( $k_1, k_2$ )인 반응에서  $k_1 = 100, k_2 = 10$ 이면 ( $C_S/C_{A0}$ )는?  
①  $e^{-100t}$                       ②  $e^{-t}$   
③  $1 - e^{-100t}$                       ④  $1 - e^{-t}$
63. 공간시간이  $\tau = 1\text{min}$ 인 똑같은 혼합반응기 4개가 직렬로 연결되어 있다. 반응속도상수가  $k = 0.5 \text{ min}^{-1}$ 인 1차 반응이며 용적 변화율은 0이다. 첫째 반응기의 입구 농도가 1 mol/l 일 때 네 번째 반응기의 출구 농도는 얼마인가?  
① 0.135                      ② 0.098  
③ 0.125                      ④ 0.198
64.  $A \rightarrow R + S$ 에서 R이 요구하는 물질일 때 R의 순간 수율(fractional yield)은?  
①  $dC_R/(-dC_A)$                       ②  $dC_R/dC_A$   
③  $dC_S/(-dC_A)$                       ④  $dC_S/(dC_A)$
65. 어떤 반응의 속도식이 다음과 같다.  $r_A = 0.05C \text{ (mol/cm}^3 \cdot \text{min)}$  이 경우에 농도와 시간을 각각 mol/l 와 hr로 표시할 때 속도상수 k의 단위와 값은?  
①  $k = 3 \times 10^{-3}C \text{ (mol/l} \cdot \text{hr)}$   
②  $k = 3 \times 10^{-3} \text{ (mol/l} \cdot \text{hr)}$   
③  $k = 3 \times 10^{-3} \text{ (l/mol} \cdot \text{hr)}$   
④  $k = 3 \times 10^{-3}C \text{ (l/mol} \cdot \text{hr)}$
66. A 성분의 초기농도가  $C_{A0}$ , 몰공급 속도가  $F_{A0}$ , 반응기의 부피가 V 일 때의 공간시간(space time)은 다음 중 어느 것과 같은가?

①  $\frac{V C_{A0}}{F_{A0}}$                       ②  $\frac{F_{A0}}{C_{A0}}$

③  $\frac{F_{A0}}{V C_{A0}}$                       ④  $\frac{V}{F_{A0} C_{A0}}$

67. 다음 중 회분식 반응기의 특징이 아닌 것은?  
① 반응기 내의 모든 곳의 순간 조성이 일정하다.  
② 대개 소량 다품종 생산에 적합하다.  
③ 반응속도가 큰 경우에 많이 이용된다.  
④ 시간에 따라 조성이 변화하는 비정상 상태로서 시간이 독립변수가 된다.
68. 화학 반응에 정촉매를 사용하면 증가하는 것은?  
① 평형농도                      ② 평형전환율  
③ 반응속도                      ④ 반응온도
69. 온도에 따른 속도의 변화가 아래 표와 같을 때 활성화 에너지(kJ)는?

Speed( $s^{-1}$ )	temperature( $^{\circ}C$ )
150	13
160	16
230	22
295	24
370	28

- ① 약15                      ② 약30  
③ 약45                      ④ 약60

70. 어떤 병렬반응  $A \xrightarrow{k_1} R, A \xrightarrow{k_2} S$ 에서  $A \rightarrow R$  반응이 원하는 반응이라면,  $E_1 > E_2$ 인 경우에 다음 중 어떤 것이 좋겠는가? (단, E는 활성화에너지)  
① 온도가 높을수록 좋다.  
② 온도가 낮을수록 좋다.  
③ 온도에는 별 영향이 없다.  
④ 경우에 따라 다르다.
71. 어떤 성분 A가 분해되는 단일성분의 비가역 반응에서 A의 초기농도가 340mol/L인 경우 반감기가 100sec이었다. 만일 A의 기체의 초기농도를 288mol/L로 할 경우는 140sec가 되었다. 이 반응의 반응차수는 얼마인가?  
① 0차                      ② 1차  
③ 2차                      ④ 3차
72. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?  
① 밀도가 일정한 반응계에서는 공간시간과 평균잔류 시간은 항상 같다.  
② 부피가 팽창하는 기체 반응의 경우 평균잔류 시간은 공간 시간보다 적다.  
③ 반응물의 부피가 반응율과 직선 관계로 변하는 관형 반응기에서 평균잔류 시간은 반응속도와 무관하다.  
④ 공간시간과 공간 속도의 곱은 항상 1이다.



73. 혼합 반응기에서 반응 속도식이  $-r_A = kC_A^2$  인 반응의 50% 전화율을 얻었다. 반응기의 부피를 5배로 하면 전화율은 어떻게 되겠는가?

- ① 0.7                      ② 0.73  
③ 0.8                      ④ 0.83

74. 회분식반응기에서 n차 반응이 일어날 때의 설명으로 옳은 것은?

- ①  $n > 1$ 이면 반응이 끝나는 시간이 유한하다.  
② 0(zero)차 반응의 반응속도는 농도의 함수이다.  
③  $n < 1$ 이면  $t = C_{A0}^{1-n}/(1-n)k$  일 때  $C_A = 0$ 이다.  
④ 양대수방안지(log-log paper)에 n차반응의 반감기를 초기농도의 함수로 표시하면 기울기가  $(n-1)$ 이다.

75. 평균체류시간에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 정밀도계에 대한 평균체류시간은 공간시간  $\tau$ 와 같다.  
② 평균체류시간에 대한 분산은

$$\sigma^2 = \int_0^\infty (t - t_m)^2 E(t) dt \quad \text{이다.}$$

- ③ 평균체류시간  $t_m$ 을 구하기 위해서는 수치적분을 이용하여야 한다.  
④  $E(t)dt$ 는  $t$ 와  $t-dt$  간의 시간 동안 반응기에 체류한 물질의 분율이다.

76. 두번째 반응기의 크기가 첫번째 반응기 체적의 2배인 2개의 혼합 반응기를 직렬로 연결하여 물질 A의 액상분해 속도를 연구한다. 정상상태에서 원료의 농도가 1mol/L 이고, 첫번째 반응기에서 평균체류 시간은 96초 이며 첫번째 반응기의 출구 농도는 0.5mol/L이고 두번째 반응기의 출구 농도는 0.25mol/L이다. 이 분해반응은 몇 차 반응인가?

- ① 0차                      ② 1차  
③ 2차                      ④ 3차

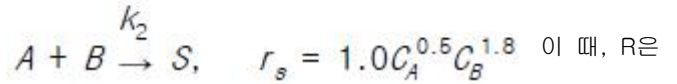
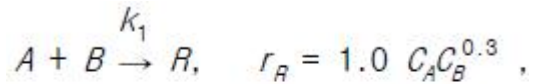
77. 반응물 A가 두가지의 동시반응에 의하여 분해되어 두가지의 생성물을 만든다.  $A \rightarrow D$ (원하는반응)  $r_D = \{0.002 \exp[2500(1/300 - 1/T)]\} C_A A \rightarrow U$   $r_U = \{0.004 \exp[2300(1/300 - 1/T)]\} C_A^2$  비목적 생성물(U)의 생성을 최소화 하기 위한 조건 중 옳지 않은 것은?

- ① 선택성이 우수한 촉매사용  
② 고온  
③ 낮은  $C_A$ 의 농도  
④ CSTR 반응기 사용

78. 기초반응  $A \rightarrow 1/2 R$  의 옳은 반응속도식은?

- ①  $-r_A = r_R = kC_A^3$   
②  $-r_A = r_R = kC_A^2$   
③  $-r_A = 2r_R = kC_A$   
④  $-r_A = \frac{1}{2} r_R = kC_A^2$

79. 반응물 A가 다음의 평행 반응으로 반응한다.



목적하는 생성물, S는 목적하지 않는 생성물이다.  $C_A = 0.3$  mol/l,  $C_B = 0.2$  mol/l 일 때의 순간적인 수득분율은 얼마인가?

- ① 0.660                      ② 0.760  
③ 0.860                      ④ 0.960

80. 이상기체인 A 와 B 가 일정한 부피 및 온도의 반응기에서 반응이 일어날 때 반응물 A의 분압이  $P_A$ 라고 하면 반응 속도식이 옳은 것은?

- ①  $-r_A = -\frac{V}{RT} \frac{dP_A}{dt}$                       ②  $-r_A = -\frac{RT}{V} \frac{dP_A}{dt}$   
③  $-r_A = -RT \frac{dP_A}{dt}$                       ④  $-r_A = -\frac{1}{RT} \frac{dP_A}{dt}$

#### 5과목 : 공정제어

81. 주파수 전달 함수  $G(j\omega)$ 의 변화를  $\log \omega$  (혹은  $\omega$ )에 대하여 그 크기를 dB로 표시하고 위상각을 도[°]로 나타내는 방법을 무엇이라고 하는가?

- ① 극좌표                      ② 나이퀴스트 선도  
③ 니콜스 선도                      ④ 보오드 선도

82. 전달함수가  $Kc(1 + \frac{1}{3}s + \frac{3}{s})$  인 제어계에 있어서 미분시간과 적분시간은 각각 얼마인가?

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

83. 제어계(control system)의 구성요소가 아닌 것은?

- ① 전송부                      ② 기획부  
③ 검출부                      ④ 조절부

84. 전달함수  $\frac{1}{(s+1)^2}$  인 2차계의 주파수 응답에서 구석점 주파수(corner frequency)에서의 진폭비는?

- ① 1/2                      ②  $\sqrt{2}/2$   
③  $\sqrt{3}/2$                       ④ 1

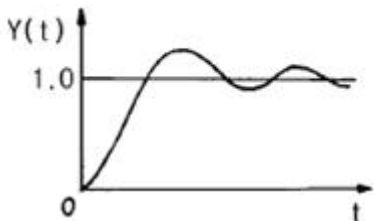
85. 1차계인 수은 온도계의 시간 상수가 0.4분이면 온도의 변화를 측정할 때 95%의 정확성을 가지는 측정 시간은 몇 분인가?

- ① 0.80                      ② 1.2  
③ 1.6                      ④ 2.0

86.  $\frac{K}{(\tau s+1)^n}$  의 고차계 공정에서의 단위계단 입력에 대한 공정응답 중 맞는 것은?  
① 차수 n 이 커지면 진동응답이 생길 수 있다.  
② 차수 n 이 커질수록 응답이 느려진다.  
③ 시상수  $\tau$  가 클수록 응답이 빨라진다.  
④ 이득 K 가 커지면 진동응답이 생길 수 있다.
87. 이차계의 특성을 나타내는 공정을 제어하기 위하여 비례-적분-미분 제어를 사용하여 되먹임제어 시스템을 구성하였다. 이 때 제어기의 미분 동작이 하는 역할로써 잘못된 것은?  
① 설정점의 변화시, 미분동작은 설정점 변화에 비례하여 상반된 방향으로 작용하여 진동을 완화시킨다.  
② 설정점 변화에 따른 잔류편차를 줄여 주지는 못한다.  
③ 제어 시스템의 감쇠인자가 커짐으로써 진동성을 억제한다.  
④ 제어시스템의 시간상수가 작아짐으로써 응답을 빠르게 한다.

88. 그림과 같은 응답 곡선은 2차계 시스템에서  $\zeta$  가 어떤 값을 가질 때 나타나는가?

$$2\text{차계} : \tau^2 S^2 Y(S) + 2\zeta \tau S Y(S) + Y(S) = X(S)$$

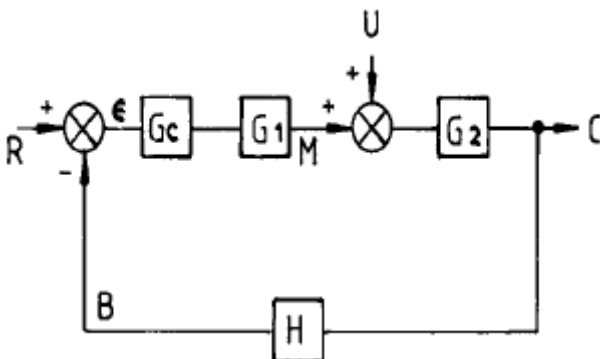


- ①  $\zeta > 1$                       ②  $\zeta = 1$   
③  $\zeta < 1$                       ④  $\zeta \geq 0$

89. 다음은 시상수에 관한 관계식이다. 옳은 것은?

- ① 시상수 = 추진력  $\times$  용량  
② 시상수 = 커패시턴스/저항  
③ 시상수 = 저항  $\times$  커패시턴스  
④ 시상수 = 용량/ 추진력

90. 다음과 같은 블록선도에서 추진제어에 관한 전달함수는?  
(단,  $G = G_C G_1 G_2 H$ )



- ①  $\frac{G_1 G_2 R}{1+G}$                       ②  $\frac{G_1 G_2 G_C}{1+G}$   
③  $\frac{H}{1+G}$                       ④  $\frac{G_2}{1+G}$

91. 2차 underdamped system에서 response가 최초로 그 최종값(ultimate value)에 도달하는 시간을 무엇이라 부르는 가?  
① response times                      ② rise times  
③ peak times                      ④ dead times

92. PI 제어가 반응기 온도제어루프에 사용되고 있다. 다음의 변화에 대하여 계의 안정성 한계에 영향을 주지 않는 것은?  
① 온도전송기의 span 변화  
② 온도전송기의 영점 변화  
③ 밸브의 trim 변화  
④ 반응기 원료 조성 변화

93. amped vibrator의 전달함수는?  
① 1차 전달함수                      ② 2차 전달함수  
③ 3차 전달함수                      ④ 0차 전달함수

94. 전달함수 특성방정식의 근과 공정응답과의 관계 중 맞는 것은?  
① 근이 실수이면 진동 응답을 보인다.  
② 근의 허수부분 절대값이 클수록 진동주기가 커진다.  
③ 근이 실수 축에 가까워 질수록 응답 속도가 느려진다  
④ 근 중 하나라도 실수부분이 음의 값을 가지면 응답은 발산한다.

95.  $f(t)$ 를 라플라스 변환한 결과, 다음과 같은 식을 얻었다. 이로부터  $f(t)$ 를 구한 것으로 옳바른 것은?

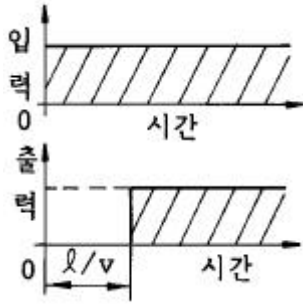
$$F(s) = \frac{3s-1}{s(s-1)^2(s+1)}$$

- ①  $te^t + e^{-t} - 1$                       ②  $te^t - e^{-t} - 1$   
③  $te^{-t} - e^{-t} - 1$                       ④  $-te^{-t} - e^t$

96.  $\cosh \omega t$ 의 Laplace 변환은?

- ①  $\frac{S}{S^2 + \omega^2}$                       ②  $\frac{\omega}{S^2 - \omega^2}$   
③  $\frac{S}{S^2 - \omega^2}$                       ④  $\frac{\omega}{S^2 + \omega^2}$

97. 그림은 무엇을 나타내는가? (단,  $\ell$  은 이동거리(m),  $V$ 는 이동속도(m/sec)이다.)



- ① CR회로의 동작응답  
② 용수철의 응답  
③ 데드타임(dead time)의 공정응답  
④ 적분제어계의 응답

98. 다음 열전대 중 동일직경의 열전대가 가장 높은 온도에서 사용될 수 있는 열전대는?

- ① PR                      ② CA  
③ IC                      ④ CC

99. 함수  $f(t)$ 의 Laplace 변환이 다음 식과 같을 때 함수  $f(t)$ 의 최종 값을 구하면?

$$f(S) = \frac{S+4}{S^4+3S^3+3S^2+S}$$

- ① 1                      ② 2  
③ 3                      ④ 4

100.  $F(S) = \frac{2}{(S+1)(S+3)}$  의 Laplace 역변환은?

- ①  $e^t - e^{3t}$                       ②  $e^{-t} - e^{-3t}$   
③  $e^{3t} - e^t$                       ④  $e^{-3t} - e^{-t}$

**6과목 : 화학공업개론**

101. 다음 중 P형 반도체를 제조하기 위해 실리콘에 소량 첨가하는 물질은?

- ① 비소                      ② 안티몬  
③ 인디움                      ④ 비스무스

102. 이온전도성 산화물을 전해질로 이용하여 고온으로 운전하는 연료전지(fuel cell)는?

- ① Phosphoric acid fuel cell  
② Solid oxide fuel cell  
③ Molten carbonate fuel cell  
④ Solid polymer fuel cell

103. 다음 중 석유의 전화(conversion)법이 아닌 것은?

- ① 분해(cracking)                      ② 알킬화(alkylation)  
③ 정제(refining)                      ④ 개질(reforming)

104. 벤젠의 할로겐화 반응에서 반응력이 가장 적은 것은?

- ①  $Cl_2$                       ②  $I_2$   
③  $Br_2$                       ④  $F_2$

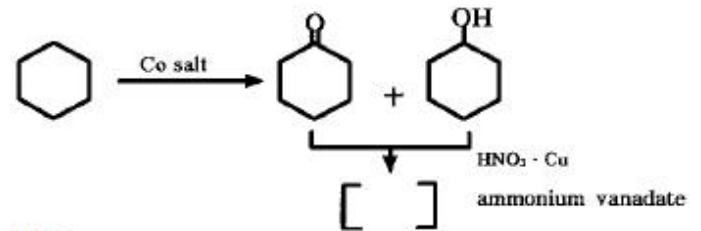
105. 황산의 원료인 아황산가스는 황화철광(pyrite)을 공기로 완전연소하여 얻는다.  $4 FeS_2 + 11 O_2 \rightarrow 8 SO_2 + 2 Fe_2O_3$   
황화철광의 10%는 불순물이라 할 때 황화철광 1톤을 완전연소하는데 필요한 이론 공기량은  $0^\circ C$ , 1기압에서 약 몇  $m^3$ 인가? (단,  $FeS_2$  분자량=120, 공기중의 산소 몰분율=0.21)

- ① 460                      ② 580  
③ 2200                      ④ 2480

106. 아세틸렌에 무엇을 작용시키면 염화비닐이 생성되는가?

- ① HCl                      ②  $Cl_2$   
③ HOCl                      ④ KCl

107. 다음 반응의 생성물은?



- ① cyclohexylamine                      ② adipic acid  
③ nitro benzene                      ④ hexamethylenediamine

108. 다음 중 유기전해액 전해질을 이용하는 전지는?

- ① 니켈-금속수소전지                      ② 공기-아연전지  
③ 알칼리전지                      ④ 리튬전지

109. 반도체 공정 중 감광되지 않은 부분을 제거하는 공정은?

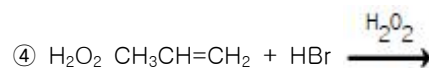
- ① 리소그래피                      ② 에칭  
③ 세정                      ④ 산화공정

110. 암모니아 산화법에 의하여 질산을 제조하면 상압에서 순도가 약 65%내외가 되어 공업적으로 사용하기 힘들다. 이럴 경우 순도를 높이기 위해 일반적으로 어떻게 하는가?

- ①  $H_2SO_4$ 의 흡수제를 첨가하여 3성분계를 만들어 농축한다.  
② 온도를 높여 끓여서 물을 날려보낸다.  
③ 촉매를 첨가하여 부가반응을 시킨다.  
④ 계면활성제를 사용하여 물을 제거한다.

111. 다음 중 Markownikoff 법칙에 따라 반응이 일어나지 않는 것은?

- ①  $CH_3CH=CH_2 + H_2SO_4$   
②  $C(CH_3)_2=CH_2 + HOCl$   
③  $CH_3CH_2CH=CH_2 + HBr$



112. 황산암모늄은 황산 용액의 포화조에 암모니아 가스를 주입하여 제조한다. 황산 85% 1000kg을 포화조에서 암모니아 가스로 반응시키면 몇 kg의 황산암모늄 결정이 석출하겠는가? (단,  $100^\circ C$ 에서 황산암모늄의 용해도는 97.5g/100g. $H_2O$ 이며, 수분의 증발 및 분리공정 손실은 없는 것으로 가정한다.)

- ① 788.7                      ② 895.7



- ③ 998.7                      ④ 1095.7

113. 나프타의 열분해 반응은 감압하에 하는 것이 유리하나 실제에는 수증기를 도입하여 탄화수소의 분압을 내리고 평형을 유지하게 한다. 이러한 조건으로 하는 이유가 아닌 것은?

- ① 진공가스 펌프의 에너지 효율이 높다.  
② 중합등의 부반응을 억제한다.  
③ 수성가스 반응에 의해 탄소석출이 방지된다.  
④ 농축에 의해 생성물과의 분류가 용이하다.

114. 다음 중 암모니아 함수의 탄산화 공정에서 주로 생성되는 물질은?

- ① NaCl                      ② NaHCO<sub>3</sub>  
③ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>                ④ NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>

115. 감광제의 세가지 기본요소가 아닌 것은?

- ① 고분자                    ② 용매  
③ 광감응제                ④ 현상액

116. 방향족 니트로화합물을 아민으로 환원하는데 있어서 환원제의 종류에 따라 생성물이 변화한다. 다음 중 반응물, 환원제, 생성물이 잘못 연결된 것은?

- ① 니트로벤젠, Fe + HCl, 아닐린  
② 니트로벤젠, Zn + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 아닐린  
③ 니트로벤젠, Cu + H<sub>2</sub>, 아닐린  
④ 디니트로벤젠, H<sub>2</sub>S + NH<sub>3</sub>, 아닐린

117. 융점이 327℃이며, 이 온도이하에서는 어떠한 용매에도 녹지않는 내약품성을 지니고 있어 화학공정기계의 부식방지용 내식재료로 많이 응용되고 있는 고분자 재료는 무엇인가?

- ① 폴리에틸렌              ② 폴리테트라 플로로에틸렌  
③ 폴리카보네이트        ④ 폴리이미드

118. 다음의 질소비료 중 질소함유량이 가장 낮은 비료는?

원자량 : S=32, N=14, O=16, Cl=35.5, H=1

- ① 황산암모늄(황안)        ② 염화암모늄(염안)  
③ 질산암모늄(질안)        ④ 요소

119. 염화암모늄(염안)은 암모니아소다법에서 중탄산소다를 분리하고난 모액으로부터 부생된다. 이 때 사용되는 원료가 아닌 것은?

- ① NaCl                      ② CO<sub>2</sub>  
③ H<sub>2</sub>O                        ④ NH<sub>4</sub>Cl

120. 공업적 황산제조와 관계가 먼 것은?

- ① 산화질소촉매사용  
② V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 촉매 사용  
③ SO<sub>3</sub> 가스를 황산에 흡수시킴  
④ SO<sub>3</sub> 가스를 물에 흡수시킴

전자문제집 CBT PC 버전 : [www.comcbt.com](http://www.comcbt.com)

전자문제집 CBT 모바일 버전 : [m.comcbt.com](http://m.comcbt.com)

기출문제 및 해설집 다운로드 : [www.comcbt.com/xe](http://www.comcbt.com/xe)

전자문제집 CBT란?

종이 문제집이 아닌 인터넷으로 문제를 풀고 자동으로 채점하며 모의고사, 오답 노트, 해설까지 제공하는 무료 기출문제 학습 프로그램으로 실제 시험에서 사용하는 OMR 형식의 CBT를 제공합니다.

PC 버전 및 모바일 버전 완벽 연동  
교사용/학생용 관리기능도 제공합니다.

오답 및 오탈자가 수정된 최신 자료와 해설은 전자문제집 CBT에서 확인하세요.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
①	③	③	③	①	④	①	③	③	③
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
③	③	②	①	③	④	④	②	①	④
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
③	①	②	②	②	①	①	④	①	④
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
①	③	①	①	①	③	③	①	①	②
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
④	①	④	①	①	③	①	④	②	③
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
③	③	③	①	②	②	②	②	②	③
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
①	④	④	①	③	①	③	③	③	①
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
④	③	②	③	④	③	④	③	③	④
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
④	④	②	①	②	②	④	③	③	②
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
①	②	②	③	①	③	③	①	④	②
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
③	②	③	②	③	①	②	④	②	①
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
④	③	①	②	④	④	②	①	④	④