

1과목 : 화공열역학

1. Carnot 냉동기가 -5°C 의 저열원에서 $10,000\text{kcal/h}$ 의 열량을 흡수하여 20°C 의 고열원에서 방출할 때 버려야할 최소 열량은?

- ① 7,760kcal/h ② 8,880kcal/h
 ③ 10,932kcal/h ④ 12,242kcal/h

2. 다성분 상평형에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 각 성분의 화학퍼텐셜이 모든 상에서 같다.
 ② 각 성분의 퓨개시티가 모든 상에서 동일하다.
 ③ 시간에 따라 열역학적 특성이 변하지 않는다.
 ④ 엔트로피가 최소이다.

3. 다음 열역학식 중 틀린 것은? (단, H : 엔탈피, Q : 열량, P : 압력, V : 부피, G : 깁스에너지, S : 엔트로피, W : 일)

- ① $H = Q - PV$ ② $G = H - TS$
 ③ $\Delta S = \int dQ_{\text{rev}}/T$ ④ $W = -\int PdV$

4. 이상기체의 주울-톰슨 계수(Joule-Thomson coefficient)의 값은?

- ① 0 ② 0.5
 ③ 1 ④ ∞

5. 공기가 10Pa , 100m^3 에서 일정압력 조건에서 냉각된 후 일정부피 하에서 가열되어 20Pa , 50m^3 가 되었다. 이 공정이 가역적이라고 할때 계에 공급된 일의 양은 얼마인가?

- ① 100J ② 500J
 ③ 1000J ④ 2000J

6. 다음 중 상태함수(State function)가 아닌 것은?

- ① 내부에너지 ② 엔트로피
 ③ 자유에너지 ④ 일

7. 알코올 수용액의 증기와 평형을 이루고 있는 시스템(system)의 자유도는?

- ① 0 ② 1
 ③ 2 ④ 3

8. 깁스-두헴(Gibbs-Duhem)의 식에 대한 올바른 표현은? (단,

M: 몰당 용액의 성질, \bar{M}_i : 용액내 i성분의 부분몰 성질, x_i : 몰분율)

- ① $\left(\frac{\partial M}{\partial P}\right)_{T,X} dP + \left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_{P,X} dT + \sum_i x_i d\bar{M}_i = 0$
 ② $\left(\frac{\partial M}{\partial P}\right)_{T,X} dP - \left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_{P,X} dT + \sum_i x_i d\bar{M}_i = 0$
 ③ $\left(\frac{\partial M}{\partial P}\right)_{T,X} dP + \left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_{P,X} dT - \sum_i x_i d\bar{M}_i = 0$

④

$$\left(\frac{\partial M}{\partial P}\right)_{T,X} dP - \left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_{P,X} dT - \sum_i x_i d\bar{M}_i = 0$$

9. 반응 평형에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 평형상수의 계산은 위해서는 각 물질의 생성 깁스 에너지를 알아야 한다.
 ② 평형상수의 온도 의존성을 위해서는 각 물질의 생성 엔탈피와 열용량을 알아야 한다.
 ③ 평형상수를 이용하면 반응의 속도를 정확히 알 수 있다.
 ④ 평형상수를 이용하면 반응 후 최종 조성을 정확히 알 수 있다.

10. 비리얼 계수에 대한 다음 설명 중 옳은 것을 모두 나열한 것은?

A. 단일 기체의 비리얼 계수는 온도만의 함수이다.
 B. 혼합 기체의 비리얼 계수는 온도 및 조성의 함수이다.

- ① A ② B
 ③ A, B ④ 모두 틀림

11. 다음은 이상기체일 때 퓨개시티(Fugacity) f_i 를 표시한 함수

들이다. 틀린 것은? (단, \hat{f}_i : 용액 중 성분 i의 퓨개시티, f_i : 순수성분 i의 퓨개시티, x_i : 용액의 몰분율, P: 압력)

- ① $f_i = x_i \hat{f}_i$ ② $f_i = cP$ (c=상수)
 ③ $\hat{f}_i = x_i P$ ④ $\lim_{P \rightarrow 0} f_i/P = 1$

12. 혼합물 중 성분 i의 화학퍼텐셜 μ_i 에 관한 식으로 옳은 것은? (단, G는 깁스 자유에너지, n_i 는 성분 i의 몰수, n_j 는 i번째 성분 이외의 몰수를 나타낸다.)

- ① $\mu_i = \left[\frac{\partial (nG)}{\partial n_i} \right]_{P,T,n_j}$
 ② $\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{T,V,n_j}$
 ③ $\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{P,V}$
 ④ $\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{n_j}$

13. 이상기체의 단열과정에서 온도와 압력에 관계된 식이다. 옳

게 나타낸 것은? (단, 열용량비 $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ 이다.)

① $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$ ② $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\gamma}$
 ③ $\frac{T_1}{T_2} = \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$ ④ $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)$

14. 활동도계수(Activity coefficient)를 구할 수 있는 식이 아닌 것은?

- ① 윌슨(Wilson)식
 ② 반 라르(Van Laar)식
 ③ 레드리히-키스터(Redlich-Kister)식
 ④ 베네딕트-웹-루빈(Benedict-Webb-Rubin)식

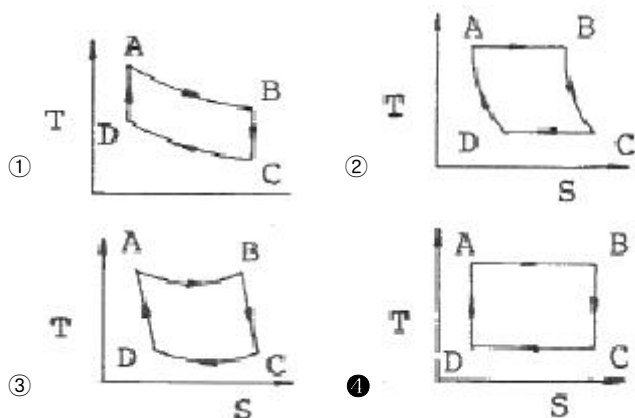
15. 기체상의 부피를 구하는데 사용되는 식과 가장 거리가 먼 것은?

- ① 반데르 발스 방정식(Van der Waals Equation)
 ② 래킷 방정식(Rackett Equation)
 ③ 팅-로빈슨 방정식(Peng-Robinson Equation)
 ④ 베네딕트-웹-루빈 방정식(Benedict-Webb-Rubin Equation)

16. 326.84℃ 와 26.84℃ 사이에서 작동하는 가역 열기관의 열효율은?

- ① 0.7 ② 0.5
 ③ 0.3 ④ 0.1

17. 카르노사이클(Carnot cycle)의 T-S선도는?



18. 다음의 액상에서의 과잉에너지 함수를 나타낸 것 중 국부조성 모델이 아닌 것은?

- ① 반 라르(Van Laar)모델 ② 윌슨(Wilson)모델
 ③ NRTL모델 ④ UNIQUAC모델

19. 고립계의 평형 조건을 나타내는 식으로 옳은 것은? (단, G : 깁스에너지, N : 몰수, H : 엔탈피, S : 엔트로피, U : 내부에너지, V : 부피)

① $\left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_{V,N} = 0$ ② $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_{G,V} = 0$

③ $\left(\frac{\partial S}{\partial N}\right)_{H,N} = 0$ ④ $\left(\frac{\partial S}{\partial H}\right)_{N,V} = 0$

20. $PV^n = \text{상수}$ 인 폴리트로픽 변화(Polytropic change)에서 정용

과정인 변화는? (단, n 은 정수이고, $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ 이다.)

- ① n = 0 ② n = $\pm\infty$
 ③ n = 1 ④ n = γ

2과목 : 단위조작 및 화학공업양론

21. NaCl 10%, KCl 3%, H₂O 87% 의 수용액 18400kg 을 증발기(evaporator)에서 농축하여 NaCl 결정만이 석출되고 NaCl 16.8%, KCl 21.6%, H₂O 61.6%의 농축액을 얻었다면 석출된 NaCl의 양은 얼마인가?

- ① 4700kg ② 1840kg
 ③ 1411kg ④ 1250kg

22. 표준상태에서 측정된 프로판가스 100m³ 을 액화하였다. 액체 프로판은 몇 kg 인가?

- ① 196.43 ② 296.43
 ③ 396.43 ④ 469.43

23. 개천의 유량을 측정하기 위하여 dilution method를 사용하였다. 처음 개천물을 분석하였더니 Na₂SO₄의 농도가 180 ppm 이었다. 1시간에 걸쳐 Na₂SO₄ 10kg 을 혼합한 후 하류에서 Na₂SO₄를 측정하였더니 3300ppm 이었다. 이 개천물의 유량은 약 몇 kg/h 인가?

- ① 3195 ② 3250
 ③ 3345 ④ 3395

24. 어떤 여름날의 일기가 낮의 온도 32℃, 상대습도 80% 대기압 738mmHg 에서 밤의 온도 20℃, 대기압 745mmHg 로 수분이 포화되어 있다. 낮의 수분 몇 % 가 밤의 이슬로 변하였는가? (단, 32℃ 와 20℃ 에서 포화수증기압은 각각 36mmHg 17.5mmHg 이다.)

- ① 39.3% ② 40.7%
 ③ 51.5% ④ 60.7%

25. 터빈을 운전하기 위해 2kg/s의 증기가 5atm, 300℃에서 50m/s로 터빈에 들어가고 300m/s 속도로 대기에 방출된다. 이 과정에서 터빈은 400kw의 축일을 하고 100KJ/s 열을 방출하였다면, 엔탈피 변화는 얼마인가? (단, work:외부에 일할시 +, heat:방출시 -)

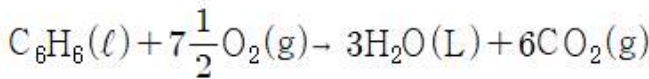
- ① 212.5kw ② -387.5kw
 ③ 412.5kw ④ -587.5kw

26. 표준상태에서 56m³ 의 용적을 가진 프로판 기체를 완전히 액화하였을 때 얻을 수 있는 액체 프로판은 몇 kg 인가?

- ① 28.6 ② 110
 ③ 125 ④ 246

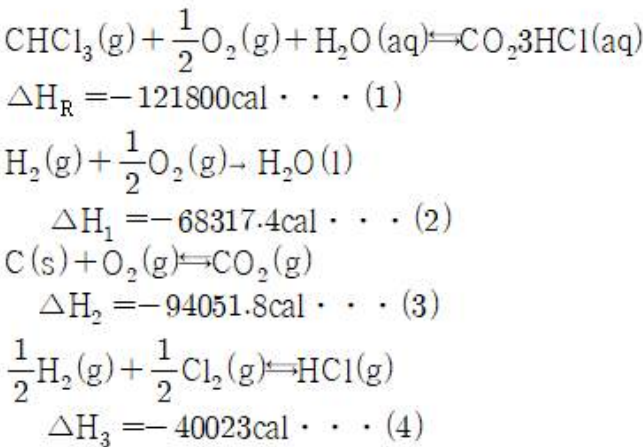
27. 이상기체법칙이 적용된다고 가정할 때 용적이 5.5m^3 인 용기에 질소 28kg 을 넣고 가열하여 압력이 10atm 이 될 때 도달하는 기체의 온도($^{\circ}\text{C}$)는?
- ① 81.51 ② 176.31
③ 287.31 ④ 397.31

28. 25°C 에서 벤젠이 bomb 열량계 속에서 연소되어 이산화탄소와 물이 될 때 방출된 열량을 실험으로 재어보니 벤젠 1mol 당 780890cal 이었다. 25°C 에서의 벤젠의 표준연소열은 약 몇 cal 인가? (단, 반응식은 다음과 같으며 이상기체로 가정한다.)



- ① -781778 ② -781588
③ -781201 ④ -780003

29. 열화학반응식을 이용하여 클로로포름의 생성열을 계산하면 약 얼마인가?



- ① 28108cal ② -28108cal
③ 24003cal ④ -24003cal

$$\frac{\text{mmHg} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

30. 이상기체 상수 R 의 단위를 $\frac{\text{mmHg} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$ 로 하였을 때 다음 중 R 값에 가장 가까운 것은?
- ① 1.98 ② 62.32
③ 82 ④ 108

31. 두께 45cm 의 벽돌로 된 평판노벽을 두께 8.5cm 석면으로 보온하였다. 내면온도와 외면 온도가 각각 1000°C 와 40°C 일 때 벽돌과 석면사이의 계면온도는 몇 $^{\circ}\text{C}$ 가 되는가? (단, 벽돌노벽과 석면의 열전도도는 각각 $3.0\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$, $0.1\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$ 이다.)
- ① 296°C ② 632°C
③ 856°C ④ 904°C

32. 뉴턴 유체가 관속을 흐를 때 관 중심으로부터 거리 r 만큼 떨어진 점에서 전단응력 τ 는?
- ① r 에 비례한다. ② r 에 반비례한다.

- ③ r^2 에 비례한다. ④ r^2 에 반비례한다.

33. 고체내부의 수분이 건조되는 단계로 재료의 건조 특성이 단적으로 표시되는 기간은?
- ① 재료 예열기간 ② 감율 건조기간
③ 항율 건조기간 ④ 항율 건조 제2기간

34. 안지름이 5cm 인 관에서 레이놀즈(Reynolds) 수가 1500 일 때, 관 입구로부터 최종 속도분포가 완성되기까지의 전이길이(transition length)는 약 몇 m 인가?
- ① 2.75 ② 3.75
③ 5.75 ④ 6.75

35. 비중 0.9 인 액체의 절대압력이 3.6kgf/cm^2 일 때 두(Head)로 환산하면 약 몇 m 에 해당하는가?
- ① 3.24 ② 4
③ 25 ④ 40

36. 흑체의 복사능은 절대온도의 4승에 비례 한다는 법칙은 누구의 법칙인가?
- ① 키르히호프(Kirchhoff)
② 패러데이(Faraday)
③ 스테판-볼츠만(Stefan-Boltzmann)
④ 빈(Wien)

37. 액-액 추출에서 plait point(상계점)에 대한 설명 중 틀린 것은?
- ① 임계점(critical point)라고도 한다.
② 추출상과 추출상에서 추출의 농도가 같아지는 점이다.
③ tie line의 길이는 0이 된다.
④ 이 점을 경계로 추출성분이 많은 쪽이 추출상이다.

38. 공급원료 1몰을 원료 공급단에 넣었을 때 그 중 증류탑의 탈거부(stripping section)로 내려가는 액체의 몰수를 q 로 정의한다면, 공급원료가 과열증기일 때 q 값은?
- ① $q < 0$ ② $0 < q < 1$
③ $q = 0$ ④ $q = 1$

39. "분쇄에 필요한 일은 분쇄전후의 대표 입경의 비(D_{p1}/D_{p2})에 관계되며 이 비가 일정하면 일의 양도 일정하다."는 법칙은 무엇인가?
- ① Sherwood 법칙 ② Rittinger 법칙
③ Bond 법칙 ④ Kick 법칙

40. $40\text{mol}\%$ 벤젠-톨루엔 혼합물을 증류하여 탑정에서 $98\text{mol}\%$ 벤젠을 얻었다. 공급액은 비 점에서 공급하며 벤젠 액조성 $40\text{mol}\%$ 일 때 기액평형상태의 증기조성은 $68\text{mol}\%$ 이다. 이때 최소환류비는 얼마인가?
- ① 0.76 ② 0.92
③ 1.07 ④ 1.21

3과목 : 공정제어

41. 제어동작에 대한 다음 설명 중 틀린 것은?
- ① 단순한 비례동작제어는 오프셋을 일으킬 수 있다.
② 비례적분동작제어는 오프셋을 일으키지 않는다.
③ 비례미분동작제어는 공정 출력을 set point에 유지시키면

서 장시간에 걸쳐 계를 정상상태로 이끌어간다.

- ④ 비례적분미분동작제어는 PD동작제어와 PI 동작 제어의 장점을 복합한 것이다.

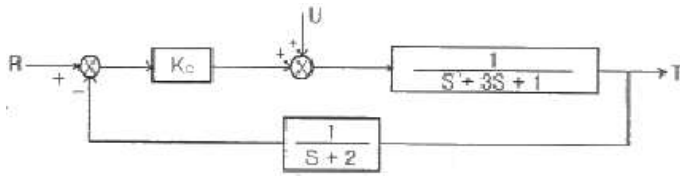
42. 다음 중 cascade 제어에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 직접 측정되지 않는 외란에 대한 대처에 효과적일 수 없다.
 ② Slave 루프는 master 루프에 비해 느린 동특성을 가져야 한다.
 ③ 외란이 master 루프에 영향을 주기 전에 slave 루프가 외란을 미리 제거할 수 있다.
 ④ Slave 루프를 재튜닝해도 master 루프를 재튜닝할 필요는 없다.

43. 열전대(Thermocouple)와 관계있는 효과는?

- ① Thomson - Peltier 효과 ② Piezo - electric 효과
 ③ Joule - Thomson 효과 ④ Van der waals 효과

44. 다음의 block diagram으로 나타난 제어계가 안정하기 위한 최대 조건(upper bound)은?



- ① $K_c < 13.7$ ② $K_c < 14.6$
 ③ $K_c < 10.4$ ④ $K_c < 16.5$

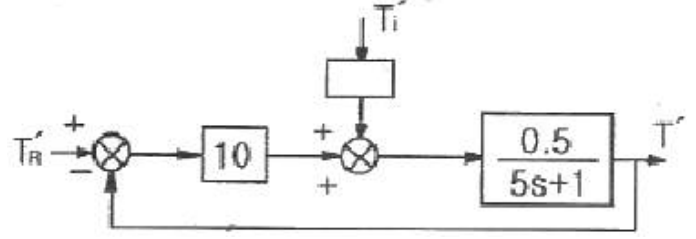
45. 주파수 응답을 이용한 3차계의 안정성을 판정하기 위한 이득 여유에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 계가 안정하기 위해서는 Bode 선도 중 위상각이 -180 도일 때의 진폭비가 1 보다 작아야 하므로 이득 여유는 1 에서 이 때의 진폭비를 뺀 값이 된다.
 ② 계가 안정하기 위해서는 Bode 선도 중 위상각이 -180 도일 때의 진폭비가 1 보다 작아야 하지만 로그좌표를 사용하므로 이득 여유는 이 때의 진폭비의 역수가 된다.
 ③ 계가 안정하기 위해서는 Bode 선도 중 위상각이 -180 도일 때의 진폭비가 1 보다 커야 하므로 이득 여유는 이 때의 진폭비에서 1 을 뺀 값이 된다.
 ④ 계가 안정하기 위해서는 Bode 선도 중 위상각이 -180 도일 때의 진폭비가 1 보다 커야 하지만 로그좌표를 사용하므로 이득 여유는 이 때의 진폭비가 된다.

46. 다음 라플라스 함수 중 최종값 정리를 적용할 수 없는 것은?

- ① $\frac{1}{(s-1)}$ ② $\frac{1}{(s+1)}$
 ③ e^{-3s} ④ $\frac{1}{(s+2)^2}$

47. 다음 그림의 블록선도에서 $T_R'(s) = \frac{1}{s}$ 일 때, 서보(servo) 문제의 정상상태 잔류편차(offset)는 얼마인가?



- ① 0.133 ② 0.167
 ③ 0.189 ④ 0.213

48. 공정의 전달함수가 $\frac{2}{s+2}$ 이다. 이 계에

$x(t) = \sin \frac{1}{2}t$ 의 입력이 주어졌을 때, 위상지연(phase lag)은?

- ① 12.05° ② 14.04°
 ③ 15.03° ④ 17.02°

49. 어떤 반응기에 원료가 정상상태에서 100L/min 의 유속으로 공급될 때 제어밸브의 최대유량을 정상상태 유량의 4배로 하고 I/P 변환기를 설정하였다면 정상상태에서 변환기에 공급된 표준 전류신호는 몇 mA 인가? (단, 제어밸브는 선형특성을 가진다.)

- ① 4 ② 8
 ③ 12 ④ 16

50. 탑상에서 고순도 제품을 생산하는 증류탑의 탑상 흐름의 조성을 온도로부터 추론(inferential) 제어하고자 한다. 이때 맨 위 단보다 몇 단 아래의 온도를 측정하는 경우가 있는 데 다음 중 그 이유로 가장 타당한 것은?

- ① 응축기의 영향으로 맨 위 단에서는 다른 단에 비하여 응축이 많이 일어나기 때문에
 ② 제품의 조성에 변화가 일어나도 맨 위 단의 온도 변화는 다른 단에 비하여 매우 작기 때문에
 ③ 맨 위 단은 다른 단에 비하여 공정 유체가 넘치거나(flooding) 방울져 떨어지기(weeping) 때문에
 ④ 운전 조건의 변화 등에 의하여 맨 위 단은 다른 단에 비하여 온도는 변동(fluctuation)이 심하기 때문에

51. Laplace 변환된 형태가

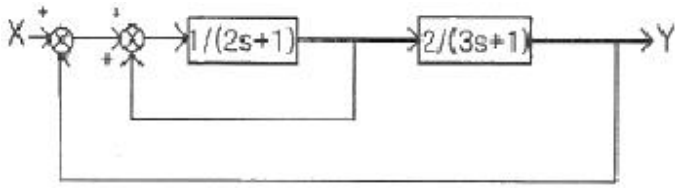
$$Y(s) = \frac{1}{s^2(s^2+5s+6)}$$

와 같은 경우, 역 Laplace 변환을 구하면?

- ① $-\frac{5}{36} + \frac{1}{4}e^{-2t} - \frac{1}{9}e^{-3t}$
 ② $\frac{1}{6} + \frac{1}{4}e^{-2t} - \frac{1}{9}e^{-3t}$
 ③ $\frac{1}{6}t - \frac{5}{36} \left(\frac{1}{4}e^{-2t} - \frac{1}{9}e^{-3t} \right)$

● $-\frac{5}{36} + \frac{1}{6}t + \frac{1}{4}e^{-2t} - \frac{1}{9}e^{-3t}$

52. 그림과 같은 계의 총괄 전달함수는?



① $\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{2}{6s^2 + 8s + 4}$

● ② $\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{2}{6s^2 + 2s + 2}$

③ $\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{2}{6s^2 + 8s + 2}$

④ $\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{2}{6s^2 + 5s + 3}$

53. 다음 중 과소감쇠진동공정(underdamped process)의 전달함수를 나타낸 것은?

① $G(s) = \frac{\exp(-3s)}{(s+1)(s+3)}$

② $G(s) = \frac{(s+2)}{(s+1)(s+3)}$

● ③ $G(s) = \frac{1}{(s^2 + 0.5s + 1)(s+5)}$

④ $G(s) = \frac{1}{(s^2 + 5.0s + 1)(s+1)}$

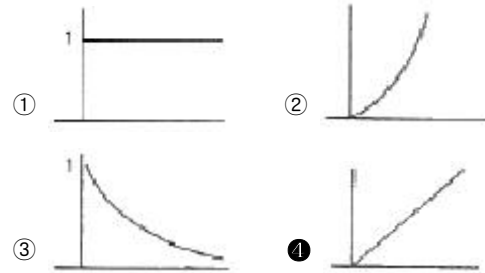
54. 제어기 설계를 위한 공정모델과 관련된 설명으로 틀린 것은?

- ① PID 제어를 Ziegler-Nichols 방법으로 조율하기 위해서는 먼저 공정의 전달함수를 구하는 과정이 필수로 요구된다.
- ② 제어기 설계에 필요한 모델은 수식식으로 표현되는 물리적 원리를 이용하여 수립될 수 있다.
- ③ 제어기 설계에 필요한 모델은 공정의 입출력 신호만을 분석하여 경험적 형태로 수립될 수 있다.
- ④ 제어기 설계에 필요한 모델은 물리적 모델과 경험적 모델을 혼합한 형태로 수립될 수 있다.

55. 앞먹임 제어(feedforward control)의 특징으로 옳은 것은?

- ① 공정모델값과 측정값과의 차이를 제어에 이용
- ② 외부교란변수를 사전에 측정하여 제어에 이용
- ③ 설정점(set point)을 모델값과 비교하여 제어에 이용
- ④ 공정의 이득(gain)을 제어에 이용

56. 어떤 함수의 Laplace transform 은 $\frac{1}{s^2}$ 이다. 이 함수를 나타내는 그래프는?



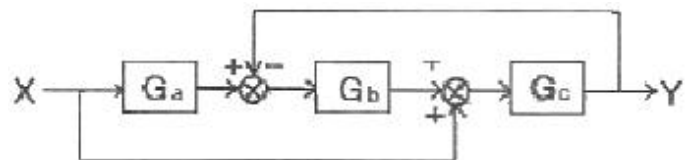
57. 동적계(Dynamic System)를 전달함수로서 표현하는 경우에 옳게 설명한 것은?

- ① 선형계의 동특성을 전달함수로 표현할 수 없다.
- ② 비선형계를 선형화하고 전달함수로 표현하면, 비선형 동특성을 근사할 수 있다.
- ③ 비선형계를 선형화하고 전달함수로 표현하면, 비선형 동특성을 정확히 표현할 수 있다.
- ④ 비선형계의 동특성을 전달함수로 표현할 수 있다.

58. 다음 중 공정제어의 목적과 가장 거리가 먼 것은?

- ① 반응기의 온도를 최대 제한값 가까이에서 운전함으로 반응속도를 올려 수익을 높인다.
- ② 평형반응에서 최대의 수율이 되도록 반응 온도를 조절한다.
- ③ 안전을 고려하여 일정 압력이상이 되지 않도록 반응속도를 조절한다.
- ④ 외부 시장 환경을 고려하여 이윤이 최대가 되도록 생산량을 조정한다.

59. 다음 그림과 같은 제어계의 전달함수 $\frac{Y(s)}{X(s)}$ 는?



① $\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{G_c(1 + G_a G_b)}{1 + G_a G_b G_c}$

② $\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{G_a G_b G_c}{1 + G_b G_c}$

● ③ $\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{G_a G_b G_c}{1 + G_a G_b G_c}$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{G_c(1+G_aG_b)}{1+G_bG_c}$$

60. 2차계에 대한 단위계단응답은 다음과 같다. 임계감쇠(critical damping)인 경우 응답곡선 $Y(t)$ 는? (단,

$$\omega = \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\tau}, \phi = \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta} \right] \text{ 이}$$

다.)

$$Y(s) = \frac{K_p}{s(\tau^2 s^2 + 2\zeta\tau s + 1)}$$

①

$$y(t) = K_p \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\zeta \frac{t}{\tau}} \sin(\omega t + \phi) \right]$$

②

$$y(t) = K_p \left[1 - \left(1 + \frac{t}{\tau} \right) e^{-\frac{t}{\tau}} \right]$$

③

$$y(t) = 1 - \cos \frac{t}{\tau}$$

④

$$y(t) = 1 - e^{-\zeta \frac{t}{\tau}} \left(\cosh \frac{\sqrt{\zeta^2 - 1} t}{\tau} + \sinh \frac{\sqrt{\zeta^2 - 1} t}{\tau} \right)$$

4과목 : 공업화학

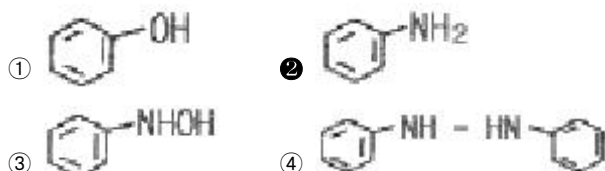
61. 염화수소 가스를 제조하기 위해 고온, 고압에서 H_2 와 Cl_2 를 연소시키고자 한다. 다음중 폭발 방지를 위한 운전조건으로 가장 적합한 $H_2:Cl_2$ 의 비율은?

- ① 1.2 : 1 ② 1 : 1
③ 1 : 1.2 ④ 1 : 1.4

62. 염산을 르블랑(LeBlanc)법으로 제조하기 위하여 소금을 원료로 사용한다. 100% HCl 3000kg 을 제조하기 위한 85% 소금의 이론량은 약 얼마인가? (단, NaCl M.W = 58.5, HCl M.W = 36.5 이다.)

- ① 3636kg ② 4646kg
③ 5657kg ④ 6667kg

63. CuO 존재하에 염화벤젠에 NH_3 를 첨가하고 가압하면 생성되는 주요 물질은?



64. 휘발유의 안티-녹킹(anti-knocking)성의 정도를 표시하는 값은?

- ① 산가 ② 세탄가
③ 옥탄가 ④ API도

65. 다음 중 Nylon 6 제조의 주된 원료로 사용되는 것은?

- ① 카프로락탐 ② 세바크산
③ 아디프산 ④ 헥사메틸렌디아민

66. 석유 유분에서 접촉분해와 비교한 열분해반응의 특징이 아닌 것은?

- ① 코크스나 타르의 석출이 많다.
② 디올레핀이 비교적 많이 생성된다.
③ 방향족 탄화수소가 적다.
④ 분자 지방족 중 특히 $C_3 \sim C_6$ 의 탄화수소가 많다.

67. 인광석에 인산을 작용시켜 수용성 인산분이 높은 인산비료를 얻을 수 있는데 이에 해당하는 것은?

- ① 토마스인비 ② 침강 인산석회
③ 소성인비 ④ 중과린산석회

68. 공업용수 중 칼슘이온의 농도가 20mg/L 이었다면, 이는 몇 ppm 정도에 해당하는가?

- ① 20 ② 30
③ 40 ④ 50

69. 다음 중 암모니아 산화반응시 촉매로 주로 쓰이는 것은?

- ① Nd - Mo ② Ra
③ Pt - Rh ④ Al_2O_3

70. 다음 중 천연 고무와 가장 관계가 깊은 것은?

- ① Propane ② Ethylene
③ Isoprene ④ Isobutene

71. 소다회 제법에서 solvay 공정의 주요 반응이 아닌 것은?

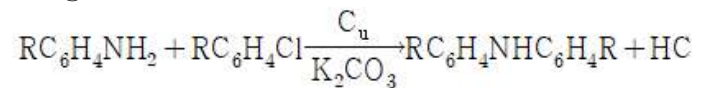
- ① 정제반응 ② 암모니아 함수의 탄산화반응
③ 암모니아 회수반응 ④ 가압 흡수반응

72. 솔베이법의 기본공정에서 사용되는 물질로 가장 거리가 먼 것은?

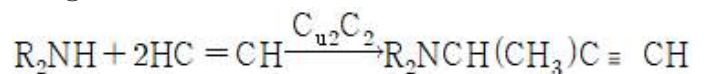
- ① $CaCO_3$ ② NH_3
③ HNO_3 ④ NaCl

73. 염화물의 에스테르화 반응에서 Schotten -Baumann(쇼텐-바우만)법에 해당하는 것은?

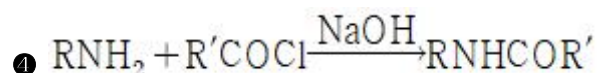
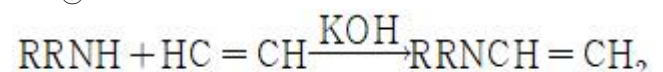
①



②



③



74. 발색단만을 가지고 있는 화합물에 도입하면 색을 짙게 하는 동시에 섬유에 대하여 염착하기 쉽게 하는 원자단은?

- ① -OH ② -N=N-
③ $>C=S$ ④ -N=O

75. 테레프탈산을 공업적으로 제조하는 방법에 해당하는 것은?

- ① o - 크실렌의 산화 ② p - 크실렌의 산화
③ 톨루엔의 산화 ④ 나프탈렌의 산화

76. 고분자의 분자량을 측정하는데 사용되는 방법으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 말단기정량법 ② 삼투압법
③ 광산란법 ④ 코킹법

77. 석유화학 공정에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 비스브레이킹 공정은 열분해법의 일종이다.
② 열분해란 고온하에서 탄화수소 분자를 분해하는 방법이다.
③ 접촉분해공정은 촉매를 이용하지 않고 탄화수소의 구조를 바꾸어 옥탄가를 높이는 공정이다.
④ 크래킹은 비점이 높고 분자량이 큰 탄화수소를 분자량이 작은 저비점의 탄화수소로 전환하는 것이다.

78. 고분자의 사슬성장 중합은 벌크중합, 용액중합 등에 의해 이루어지는데, 이 중 용액중합에 대한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 반응속도가 빠르고 분자량이 크다.
② 용매의 회수 및 제거가 필요하다.
③ 반응열 조절이 용이하다.
④ 이온중합에 사용될 수 있다.

79. 다음 고분자 중 Tg(glass transition temperature)가 가장 높은 것은?

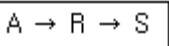
- ① Polycarbonate ② Polystyrene
③ Poly vinyl chloride ④ Polyisoprene

80. 연료전지에 있어서 캐소드에 공급되는 물질은?

- ① 산소 ② 수소
③ 탄화수소 ④ 일산화탄소

5과목 : 반응공학

81. 다음과 같은 연속(직렬) 반응에서 A 와 R의 반응속도가 $-r_A=k_1C_A$, $r_R=k_1C_A-k_2$ 일 때 회분식 반응기에서 C_R/C_{A0} 를 구하면? (단, 반응은 순수한 A 만으로 시작한다.)



- ① $1 + e^{-k_1t} + \frac{k_2}{C_{A0}}t$ ② $1 + e^{-k_1t} - \frac{k_2}{C_{A0}}t$
③ $1 - e^{-k_1t} + \frac{k_2}{C_{A0}}t$ ④ $1 - e^{-k_1t} - \frac{k_2}{C_{A0}}t$

82. $A \rightarrow R \rightleftharpoons S$ 의 1차 반응에서 A \rightarrow R 의 반응

속도상수를 k_1 , R \rightarrow S 의 반응속도상수를 k_2 , R \rightarrow T 의 반응속도상수를 k_3 라 할때 $k_1=10e^{-3500/T}$, $k_2=10^{12}e^{-10500/T}$, $k_3=10^8e^{-7000/T}$ 이고, 이 반응의 조작 가능 온도는 7~77℃ 이며 A 의 공급 농도는 1mol/L 이다. 이 때 목적 생산물이 S 라면 조작온도는?

- ① 7℃ ② 42℃
③ 63℃ ④ 77℃

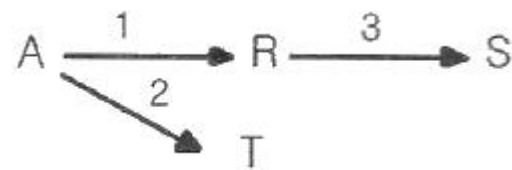
83. 부피가 일정한 회분식반응기에서 CH_3CHO 증기를 518℃ 에서 열분해 결과, 반감기는 처음 압력이 363mmHg 일 때 410s이고, 169mmHg 일 때 880s 이었다. 이 반응의 차수는?

- ① 0차 반응 ② 1차 반응
③ 2차 반응 ④ 3차 반응

84. R 이 목적생산물인 반응 $A \xrightarrow{1} R \xrightarrow{2} S$ 에서 각 경로에서의 활성화에너지가 $E_1 < E_2$ 인 경우의 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 공간시간(τ)이 상관없다면 가능한 한 최저온도에서 반응시킨다.
② 등온 반응에서 공간시간(τ) 값이 주어진다면 가능한 한 최고 온도에서 반응시킨다.
③ 온도 변화가 가능하다면 초기에는 낮은 온도에서, 반응이 진행됨에 따라 높은 온도에서 반응시킨다.
④ 온도 변화가 가능하다더라도 등온 조작이 가장 유리하다.

85. 다음의 반응에서 R 의 수율은 반응기의 온도조건에 따라 달라진다. R 의 수율을 높이기 위해서 반응기의 온도를 시간이 지남에 따라 처음에는 낮은 온도로부터 높은 온도까지 변화시켜야 했다. 다음 사항 중 각 경로에서 활성화 에너지(E) 관계로 옳은 것은?



- ① $E_1 > E_2$, $E_1 > E_3$ ② $E_1 > E_2$, $E_1 < E_3$
③ $E_1 < E_2$, $E_1 < E_3$ ④ $E_1 < E_2$, $E_1 > E_3$

86. 직렬로 연결된 2개의 혼합 흐름 반응기에서 액상 1차 반응이 일어날 때 주어진 전화율에 대하여 두 반응기의 체적이 최소가 되도록 하는 두 반응기의 체적비는?

- ① 1:1 ② 1:2
③ 1:3 ④ 1:4

87. 액상에서 운전되는 회분식반응기에서 시간에 따른 농도변화

를 측정하여 $\frac{1}{C_A}$ 와 t 를 도시(plot)하였을 때 직선이 되는 반응은?

- ① 0 차반응 ② 1/2 차반응
③ 1 차반응 ④ 2 차 반응

88. NO₂의 분해반응은 1차 반응이고 속도상수는 694℃ 에서 0.138s⁻¹, 812℃ 에서는 0.37s⁻¹이다. 이 반응의 활성화 에너지는 약 몇 kcal/mol 인가?

- ① 17.42 ② 27.42
③ 37.42 ④ 47.42

89. 비가역 1차 액상반응 A → R 이 플러그흐름 반응기에서 전 환율이 50% 로 반응된다. 동일조건에서 반응기의 크기만 2 배로 하면 전 환율은 몇 % 가 되는가?

- ① 67 ② 70
③ 75 ④ 100

90. 다음 중 일반적으로 볼 때 불균일 촉매반응으로 가장 적합한 것은?

- ① 대부분의 액상 반응 ② 콜로이드계의 반응
③ 효소반응과 미생물반응 ④ 암모니아 합성반응

91. 공간시간(space time)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 한 반응기 부피만큼의 반응물을 처리하는 데 필요한 시간을 말한다.
② 반응물이 단위부피의 반응기를 통과하는데 필요한 시간을 말한다.
③ 단위시간에 처리할 수 있는 원료의 몰수를 말한다.
④ 단위시간에 처리할 수 있는 원료의 반응기 부피의 배수를 말한다.

92. A → B 의 화학반응에서 생성되는 물질의 화학반응속도식 r_B와 소실되는 반응물질의 화학반응속도식 -r_A를 옳게 나타 낸 것은?

①

$$r_B = -\frac{1}{V_R} \cdot \frac{dn_B}{dt}, -r_A = -\frac{1}{V_R} \cdot \frac{dn_A}{dt}$$

②

$$r_B = \frac{1}{V_R} \cdot \frac{dn_B}{dt}, -r_A = -\frac{1}{V_R} \cdot \frac{dn_A}{dt}$$

③ $r_B = \frac{1}{V_R} \cdot \frac{dn_A}{dt}, -r_A = \frac{1}{V_R} \cdot \frac{dn_A}{dt}$

④

$$r_B = -\frac{1}{V_R} \cdot \frac{dn_A}{dt}, -r_A = -\frac{1}{V_R} \cdot \frac{dn_B}{dt}$$

93. A $\xrightarrow{k_1}$ R 및 A $\xrightarrow{k_2}$ 2S 인 두 액상 반응이 동시에 등온 회분반응기에서 진행된다. 50분 후 A 의 90% 가 분해되어 생성물 비는 9.1mol R/1mol S 이다. 반응차수는 각각 1차 일 때, 반응속도상수 k₂는 몇 min⁻¹인가?

- ① 2.4×10⁻⁶ ② 2.4×10⁻⁵
③ 2.4×10⁻⁴ ④ 2.4×10⁻³

94. 이상기체 반응물 A 가 1L/s 속도로 체적 1L 의 혼합 흐름 반응기에 공급되어 50% 가 반응된다. 반응식이 A → 3R 일

때 일정한 온도와 압력하에서 반응물 A의 평균 체류시간 (mean residence time)은 몇 초 인가?

- ① 0.5 ② 1.0
③ 1.5 ④ 2.0

95. A + B → R 인 2차 반응에서 C_{A0}와 C_{B0}의 값이 서로 다를 때 반응속도상수 k 를 얻기 위한 방법은?

① $\ln \frac{C_B C_{A0}}{C_{B0} C_A}$ 와 t 를 도시(plot)하여 원점을 지나는 직선을 얻는다.

② $\ln \frac{C_B}{C_A}$ 와 t 를 도시(plot)하여 원점을 지나는 직선을 얻는다.

③ $\ln \frac{1-X_A}{1-X_B}$ 와 t 를 도시(plot)하여 절편이 $\ln \frac{C_{A0}^2}{C_{B0}}$ 인 직선을 얻는다.

④ 기울기가 1+(C_{A0}-C_{B0})²K인 직선을 얻는다.

96. A → R 의 반응에서 0℃ 와 100℃ 사이에서 반응이 진행되는 두 온도사이에서 A 와 R 의 비열이 같고 반응엔탈피 ΔH_{r298}=-18,000cal이었다면 ΔH_{r373}은 얼마인가?

- ① -3.375cal ② -18,000cal
③ +3.375cal ④ +18,000cal

97. 100℃, 1atm 에서 2A → R+S 을 반응시키는데 20% 의 비활성 물질을 포함하는 원료를 회분식 반응기에서 처리 할 경우, 반응물 A 는 95% 가 전환되고 이 때 소요된 시간이 5분 10초 이다. 만일 동일조성의 반응물을 100mol/h 의 속도로 플러그 흐름 반응기로 처리하여 95% 전환시키고자 할 경우 필요한 반응기 크기는 몇 L 이겠는가? (단, 이 반응은 기상반응이며 이상기체라고 가정한다.)

- ① 235 ② 329
③ 540 ④ 660

98. 회분반응기(batch reactor)의 일반적인 특성에 대한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 일반적으로 소량 생산에 적합하다.
② 단위 생산량당 인건비와 취급비가 적게 드는 장점이 있다.
③ 연속조작이 용이하지 않은 공정에 사용된다.
④ 하나의 장치에서 여러 종류의 제품을 생산하는데 적합하다.

99. 어떤 반응의 속도상수가 25℃ 에서는 3.46×10⁻⁵s⁻¹이고, 65℃ 에서는 4.87×10⁻³s⁻¹이다. 이 반응의 활성화 에너지는 약 몇 kcal 인가?

- ① 14.8 ② 24.8
③ 34.8 ④ 44.8

100. 20℃ 와 30℃에서 어떤 반응의 평형상수 K 는 각각 2×10^{-3} , 1×10^{-2} 이다. 이 반응의 반응열 ΔH_r 값은 약 몇 kcal/mol 인가?

- ① 12.2 ② 24.3
 ③ 28.4 ④ 56.4

전자문제집 CBT PC 버전 : www.comcbt.com
 전자문제집 CBT 모바일 버전 : m.comcbt.com
 기출문제 및 해설집 다운로드 : www.comcbt.com/xs

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
③	④	①	①	②	④	③	③	③	③
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
①	①	①	④	②	②	④	①	①	②
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
③	①	①	②	④	②	④	①	④	②
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
③	①	②	②	④	③	④	①	④	③
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
③	③	①	④	②	①	②	②	②	②
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
④	②	③	①	②	④	②	④	④	②
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
①	③	②	③	①	④	④	④	③	③
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
④	③	④	①	②	④	③	①	①	①
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
④	④	③	①	④	①	④	①	③	④
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
①	②	④	①	①	②	②	②	②	③