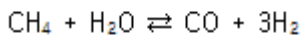


1과목 : 화공열역학

- 21℃, 1.4atm에서 250L의 부피를 갖고 있는 이상기체가 49℃에서 300L의 부피를 가질 때의 압력은 약 몇 atm 인가?  
① 0.9                      ② 1.3  
③ 1.7                      ④ 2.1
- 1mole의 이상기체가 1기압 0℃에서 10기압으로 압축되었다. 다음 중 어느 과정을 경유하였을 때 압축 후의 온도가 가장 높겠는가?  
① 등온 압축(isothermal)    ② 정용 압축(isometric)  
③ 단열 압축(adiabatic)    ④ 비가역 압축(irreversible)
- 다음 중 공기표준 오토사이클에 대한 설명으로 옳은 것은?  
① 2개의 단열과정과 2개의 정적과정으로 이루어진 볼꽃 점화 기관의 이상사이클이다.  
② 정압, 정적, 단열 과정으로 이루어진 압축점화 기관의 이상사이클이다.  
③ 2개의 단열과정과 2개의 정압과정으로 이루어진 가스터빈의 이상사이클이다.  
④ 2개의 정압과정과 2개의 정적과정으로 이루어진 증기원동기의 이상사이클이다.
- 10kPa인 이상기체 1mol이 등온하에서 1kPa로 팽창될 때 엔트로피의 변화는 약 몇 J/mol·K인가?  
① -4.58                      ② 4.58  
③ -19.14                      ④ 19.14
- 500℃에서 1000kcal의 열을 받고, 100℃에서 남은 열을 방출하는 카르노(carnot) 동력 사이클이 열효율은 약 얼마인가?  
① 80.0%                      ② 51.7%  
③ 48.3%                      ④ 20.1%
- 반응상수의 온도에 따른 변화를 알기 위하여 필요한 물성은 무엇인가?  
① 반응에 관여된 물질의 증기압  
② 반응에 관여된 물질이 확산계수  
③ 반응에 관여된 물질의 임계상수  
④ 반응에 수반되는 엔탈피 변화량
- 다음 같은 반응이 일어나는 계에 대해 처음에 CH<sub>4</sub> 2mol, H<sub>2</sub>O 1mol, CO 1mol, H<sub>2</sub> 4mol이 있었다고 한다. 평형몰분율 y<sub>i</sub>를 반응좌표 ε의 함수로 표시하려고 할 때 총 몰수(Σn<sub>i</sub>)를 ε의 함수로 옳게 나타낸 것은?



- ① Σn<sub>i</sub> = 2ε                      ② Σn<sub>i</sub> = 2 + ε  
③ Σn<sub>i</sub> = 4 + 3ε                      ④ Σn<sub>i</sub> = 8 + 2ε
- 수증기와 질소의 혼합기체가 물과 평형에 있을 때 자유도수는?  
① 0                      ② 1  
③ 2                      ④ 3
- A함량 30mol%인 A와 B의 혼합용액이 A함량 60mol%인 A와 B의 혼합증기와 평형상태에 있을 때 순수 A증기압/순수 B증

기압 비는?

- ① 6/4                      ② 3/7  
③ 78/28                      ④ 7/2

- 실험실에서 부동액으로서 30mol% 메탄올 수용액 4L를 만들려고 한다. 25℃의 물과 메탄올을 각각 몇 L씩 섞어야 하는가?

25℃	순수성분	30mol%의 메탄올 수용액의 부분 몰 부피
메탄올	40,727cm <sup>3</sup> /g·mol	38,632cm <sup>3</sup> /g·mol
물	18,068cm <sup>3</sup> /g·mol	17,765cm <sup>3</sup> /g·mol

- ① 메탄올 = 2.000L, 물 = 2.000L  
② 메탄올 = 2.034L, 물 = 2.106L  
③ 메탄올 = 2.064L, 물 = 1.936L  
④ 메탄올 = 2.100L, 물 = 1.900L

- 다음의 관계식을 이용하여 기체의 정압 열용량과 정적 열용량 사이의 일반식을 구하면?

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

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

- 성분1과 성분2가 기-액 평형을 이루는 계에 대하여 라울(Raoult)의 법칙을 만족하는 기포점 압력 계산을 수행하였다. 계산결과에 대한 설명 중 틀린 것은?  
① 기포점 압력계산으로 P-x-y 선도를 나타낼 수 있다.  
② 기포점 압력 계산 결과에서 기상의 조성선은 직선이다.  
③ 성분 1의 조성이 1일 때의 압력은 성분 1의 증기압이다.  
④ 공비점의 형성을 나타낼 수 없다.

- 화학반응이 자발적으로 일어날 때 깁스(Gibbs)에너지와 엔트로피의 변화량을 옳게 표시한 것은? (단, ΔG<sub>계</sub> : 계의 깁스자유에너지 변화, ΔS<sub>total</sub> : 계와 주위 전체의 엔트로피 변화)  
① (ΔG<sub>계</sub>)<sub>T,P</sub> < 0, ΔS<sub>total</sub> > 0  
② (ΔG<sub>계</sub>)<sub>T,P</sub> > 0, ΔS<sub>total</sub> > 0  
③ (ΔG<sub>계</sub>)<sub>T,P</sub> = 0, ΔS<sub>total</sub> = 0  
④ (ΔG<sub>계</sub>)<sub>T,P</sub> > 0, ΔS<sub>total</sub> < 0

- 어떤 화학반응에서 평형상수의 온도에 대한 미분계수는

$\left(\frac{\sigma \ln K}{\sigma T}\right)_p > 0$  으로 표시된다. 이 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 이 반응은 흡열반응이며 온도상승에 따라 K값은 커진다.
- ② 이 반응은 흡열반응이며 온도상승에 따라 K값은 작아진다.
- ③ 이 반응은 발열반응이며 온도상승에 따라 K값은 커진다.
- ④ 이 반응은 발열반응이며 온도상승에 따라 K값은 작아진다.

15. 벤젠과 톨루엔은 이상용액에 가까운 용액을 만든다. 80℃에서 벤젠의 증기압은 753mmHg, 톨루엔의 증기압은 290mmHg 이다. 벤젠과 톨루엔의 몰비율이 1 : 1인 혼합용액의 80℃에서의 증기의 전압은 약 몇 mmHg 인가?

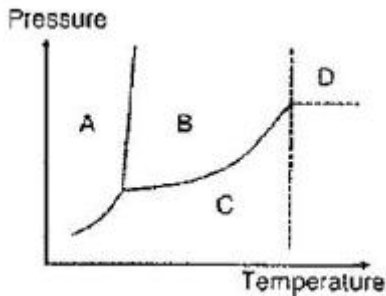
- ① 700                      ② 500
- ③ 300                      ④ 100

16. 2성분계 공기 혼합물에서 성분 A, B의 활동도 계수를  $\gamma_A$ 와  $\gamma_B$ , 증기압을  $P_A$  및  $P_B$ 라하고 이 계의 전압을  $P_T$ 라 할 때  $\gamma_B$ 를 옳게 나타낸 것은? (단, B성분의 기상 및 액상에서의

몰분율은  $y_B$ 와  $x_B$ 이며, 퓨개시티계수  $(\phi_B = 1)$  이라 가정한다.)

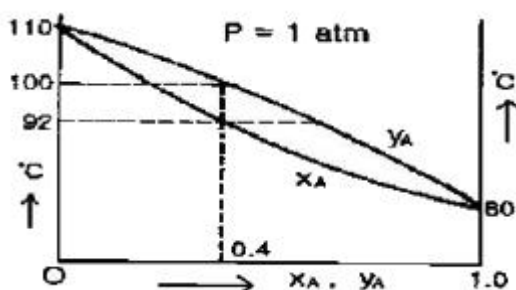
- ①  $\gamma_B = P_T/P_B$                       ②  $\gamma_B = P_T/P_B(1-x_A)$
- ③  $\gamma_B = P_T y_B/P_B$                       ④  $\gamma_B = P_T/P_B x_B$

17. 다음 그림은 순수한 성분의 온도-압력의 관계를 나타낸 그림이다. 이 그림에서 유체의 초임계영역은 어디인가?



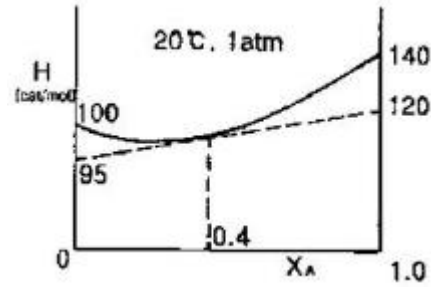
- ① A 영역                      ② B 영역
- ③ C 영역                      ④ D 영역

18. 다음 그림은 A, B-2 성분계 용액에 대한 1기압 하에서의 온도-농도간의 평형관계를 나타낸 것이다. A의 몰분율이 0.4인 용액을 1기압 하에서 가열할 경우, 이 용액의 끓는 온도는 몇 ℃인가? (단,  $x_A$ 는 액상 몰분율이고,  $y_A$ 는 기상 몰분율이다.)



- ① 80℃                      ② 80℃부터 92℃까지
- ③ 92℃부터 100℃까지                      ④ 110℃

19. 다음 그림은 A, B 2성분 용액의 H-X 선도이다.  $x_A=0.4$  일 때의 A의 부분몰 엔탈피  $(\bar{H}_A)$  는 몇 cal/mol 인가?



- ① 95                      ② 100
- ③ 120                      ④ 140

20. 기체터빈 동력장치가 압축비  $P_A : P_B = 1 : 6$ 에서 운전되며  $\gamma = 1.4$ 인 경우 이상기체의 사이클 효율  $\eta$ 는?

- ① 0.2                      ② 0.4
- ③ 0.6                      ④ 0.8

## 2과목 : 단위조작 및 화학공업양론

21. 다음 중 Hess의 법칙과 가장 관련이 있는 함수는?

- ① 비열                      ② 열용량
- ③ 엔트로피                      ④ 반응열

22. 반데르발스(van der Waals) 상태방정식을 다음과 같이 나타내었다. P의 단위  $N/m^2$ , n의 단위 kmol, V의 단위  $m^3$ , T의 단위 K로 표시하였을 때 상수 a의 단위는?

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

- ①  $\left(N \left(\frac{m^4}{kmol}\right)^2\right)$                       ②  $\left(N \left(\frac{m^3}{kmol}\right)^2\right)$
- ③  $\left(N \left(\frac{m^2}{kmol}\right)^2\right)$                       ④  $\left(N \left(\frac{m}{kmol}\right)^2\right)$

23. 1기압 20℃의 공기가 10L의 용기에 들어있다. 공기 중 산소만 제거하여 전체 체적을 질소만 차지한다면 압력은 약 몇 mmHg 가 되는가? (단, 공기는 질소 79%, 산소 21%로 되어 있다.)

- ① 160                      ② 510
- ③ 600                      ④ 760

24. 450K, 500kPa 에서의 공기 밀도로 옳은 값은? (단, 공기의 평균 분자량은 29이다.)

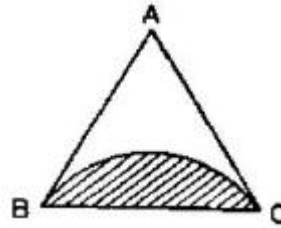
- ① 3.877  $kg/m^3$                       ② 0.126  $kg/m^3$
- ③ 1.126  $g/cm^3$                       ④ 3877  $g/cm^3$

25. 20wt%소금수용액의 밀도가 10℃에서 1.20g/mL 이다. 소금의 몰분율과 노르말농도는 각각 얼마인가? (단, NaCl 분자량은 58이다.)

- ① 0.072, 4.31N                      ② 0.38, 4.31N
- ③ 0.072, 4.14N                      ④ 0.38, 4.14N

26. 1atm, 25℃에서 상대습도가 50%인 공기 1m<sup>3</sup> 중에 포함되어 있는 수증기의 양은? (단, 25℃에서의 수증기압은 24mmHg이다.)  
 ① 11.6g                      ② 12.5g  
 ③ 28.8g                      ④ 51.5g
27. 같은 온도에서 같은 부피를 가진 수소와 산소의 무게의 측정값이 같았다. 수소의 압력이 4atm 이라면 산소의 압력은 몇 atm 인가?  
 ① 4                              ② 1  
 ③ 1/4                          ④ 1/8
28. 에탄과 메탄으로 혼합된 연료가스가 산소와 질소 각각 50mol%씩 포함된 공기로 연소된다. 연소 후 연소가스 조성은 CO<sub>2</sub> 25mol%, N<sub>2</sub> 60mol%, O<sub>2</sub> 15mol% 이었다. 이때 연료가스 중 메탄의 mol%는 얼마인가?  
 ① 25.0                      ② 33.3  
 ③ 50.0                      ④ 66.4
29. 양대수좌표(log-log graph)에서 직선이 되는 식은?  
 ①  $Y = bx^a$                       ②  $Y = be^{xa}$   
 ③  $Y = bx + a$                       ④  $\log Y = \log b + ax$
30. 82℃에서 벤젠의 증기압은 811mmHg이고 톨루엔의 증기압은 314mmHg이다. 벤젠과 톨루엔의 혼합용액은 이상용액이라 하면 벤젠 20mol%와 톨루엔 80mol%를 포함하는 용액을 증발시켰을 때 증기 중의 벤젠의 몰분율은?  
 ① 0.362                      ② 0.372  
 ③ 0.382                      ④ 0.392
31. 노벽과 두께가 200mm이고, 그 외측은 75mm의 석면판으로 보온되어 있다. 노벽의 내부온도가 400℃이고, 외측온도가 38℃일 경우 노벽의 면적이 10m<sup>2</sup>라면 열손실은 약 몇 kcal/h인가? (단, 노벽과 석면판의 평균 열전도도는 각각 3.3, 0.13kcal/m·h·℃이다.)  
 ① 3070                      ② 5678  
 ③ 15300                      ④ 30600
32. 자유표면이 있는 액체가 경사면을 흘러가고 있다. 속도구배가 완전히 발달한 층류로 층의 두께가 일정하다고 할 때의 층의 두께는 1mm이다. 액체부하를 포함하여 다른 조건이 동일하고 유체의 밀도만 2배가 될 때의 층의 두께는 약 얼마인가?  
 ① 0.53mm                      ② 0.63mm  
 ③ 1.59mm                      ④ 2.59mm
33. 다음 중 일반적으로 가장 작은 크기로 입자를 축소시킬 수 있는 장치는?  
 ① 칼날 절단기(knife cutter)  
 ② 조파쇄기(jaw crusher)  
 ③ 선회파쇄기(gyratory crusher)  
 ④ 유체-에너지 밀(fluid-energy mill)
34. 40℃의 물의 점도는 0.00654g/cm·s이고 열전도도는 0.539kcal/m·h·℃이다. 이 때 물의 Prandtl number 는?  
 ① 2.34                      ② 4.37  
 ③ 5.14                      ④ 9.58

35. A와 B의 혼합용액에서 r를 활동도 계수라 할 때 최고 공비 혼합물이 가지는 r값의 범위를 옳게 나타낸 것은?  
 ①  $r_A=1, r_B=1$                       ②  $r_A < 1, r_B > 1$   
 ③  $r_A < 1, r_B < 1$                       ④  $r_A > 1, r_B > 1$
36. 다음 효용 증발조작의 목적으로 다음 중 가장 중요한 것은?  
 ① 열을 경제적으로 이용하기 위한 것이다.  
 ② 제품의 순도를 높이기 위한 것이다.  
 ③ 작업을 용이하게 하기 위한 것이다.  
 ④ 장치비를 절약하기 위한 것이다.
37. 그림과 같은 3성분계에서의 평형곡선에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① A와 B는 잘 섞이지 않는다.  
 ② B와 C는 잘 섞이지 않는다.  
 ③ C와 A는 잘 섞이지 않는다.  
 ④ 빗금친 부분에서 A, B, C 는 완전혼합이다.
38. 진공 증발을 사용하는 이유로 가장 거리가 먼 것은?  
 ① 증발기의 크기를 증가시킨다.  
 ② 비점을 내려가게 한다.  
 ③ 증기를 경제적으로 이용할 수 있게 한다.  
 ④ 열민감 제품의 변질을 방지한다.
39. 기포탑(bubble tower)과 비교한 충전탑의 특성과 거리가 먼 것은?  
 ① 구조가 간단하다.  
 ② 편류가 형성되는 단점이 있다.  
 ③ 부식 및 압력에 의한 문제점이 크다.  
 ④ 충전물에 오염물이 부착될 수 있는 단점이 있다.
40. 건조조작에서 임계함수율(critical moisture content)을 옳게 설명한 것은?  
 ① 건조 속도가 0 일 때의 함수율이다.  
 ② 감률 건조기간이 끝날 때의 함수율이다.  
 ③ 함률 건조기간에서 감률 건조기간으로 바뀔 때의 함수율이다.  
 ④ 건조조작이 끝날 때의 함수율이다.

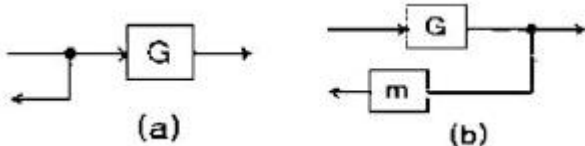
3과목 : 공정제어

41. 전달함수  $G(s)=e^{-2s}$ 에 대한 주파수 응답에 있어 위상지연각(phase lag)은? (단, radian frequency( $\omega$ )=1[rad/time] 이다.)  
 ① 28.7°                      ② 57.3°  
 ③ 114.6°                      ④ 287.0°

42. 전달함수가  $\frac{1}{(s+1)^2}$  인 2차계가 단위충격응답 (unitimpulse response)에서 1분 후의 값은 2분 후의 값의 몇 배인가?

- ① e                      ② e/2  
③ e<sup>2</sup>/2                ④ 2e<sup>2</sup>

43. 그림 (a)와 (b)가 등가이기 위한 블록선도 (b)에서의 m의 값은?



- ① G                      ② 1/G  
③ G<sup>2</sup>                    ④ 1-G

44. 다음 중 제어계의 안전성을 판별하는 방법과 가장 관련이 없는 것은?

- ① Bode 선도            ② Routh array  
③ Nyquist 선도        ④ Analog 회로

45. Routh array에 의한 안전성 판별법 중 옳지 않은 것은?

- ① 특성방정식의 계수가 다른 부호를 가지면 불안정하다.  
② Routh array의 첫 번째 컬럼의 부호가 바뀌면 불안정하다.  
③ Routh array test를 통해 불안정한 Pole의 개수도 알 수 있다.  
④ Routh array의 첫 번째 컬럼에 0이 존재하면 불안정하다.

46. PID 제어기에 관한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① Reset windup 현상은 I-모드를 사용할 때 발생하며 자동 모드로 Startup 할 때 많이 발생한다.  
② 제어출력이 증가할 때 공정출력이 감소하는 공정일 경우, 비례이득의 부호는 양이 되어야 한다.  
③ Bumpless transfer란 수동에서 자동으로 또 자동에서 수동으로 변환될 때 제어기 출력의 bias value를 현재 MV 값으로 바꾸어 주는 동작을 말한다.  
④ Derivative kick은 오차에 대한 미분(de/dt)을 측정변수의 이분(-dy/dt)으로 대체하면 제거할 수 있다.

47. 다음 중 폐회로 응답에서 PD제어보다는 overshoot이 크지만 다른 양식보다는 작고, 잔류편차가 완전히 제거되는 제어양식은?

- ① P 방식제어            ② PI 방식제어  
③ PID 방식제어        ④ I 방식제어

48. 다음 중 Ziegler-Nichols 제어기 조율법에 관한 설명으로 가장 옳은 것은?

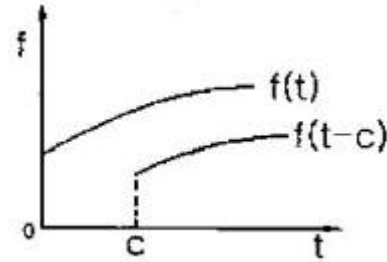
- ① 폐회로의 계단응답이 대략 1/4 DR(decay ratio)를 갖도록 설계된 조율법으로, 화학공정제어에서 지나치게 큰 진동을 주는 경우가 있다.  
② 공정의 정상상태 이득을 아는 것은 제어기 조율의 정확성을 증진시킨다.

③ 공정 G(s)에 사용할 PI 제어기  $(K_c(1+\frac{1}{\tau_I s}))$  를 조율

하는 경우  $((1+\frac{1}{\tau_I s})G(s))$  의 임계이득(ultimate gain)과 임계주파수(ultimate frequency)를 구하여 활용한다.

④ 같은 차수의 공정은 동일한 Z-N 조율 값을 보인다.

49. 그림과 같이 표시되는 함수의 Laplace 변환은?



- ① e<sup>-cs</sup>L[f]              ② e<sup>cs</sup>L[f]  
③ L[f(s-c)]            ④ L[f(s+c)]

50. 시간상수 τ가 3초이고 이득 K<sub>p</sub>가 1이며 1차공정의 특성을 지닌 온도계가 초기에 20℃를 유지하고 있다. 이 온도계를 100℃의 물속에 넣었을 때 3초 후의 온도계 읽음은?

- ① 68.4℃                ② 70.6℃  
③ 72.3℃                ④ 81.9℃

51. 안정한 1차계의 계단응답에서 시간이 시정수(time constant)의 3배가 되면 응답은 최대 값의 몇 %에 도달되는가?

- ① 83.2%                ② 89.2%  
③ 92.3%                ④ 95%

52. 전달함수가  $(G(s) = \frac{1}{\tau s + 1})$  인 1차계에 크기 M인 계단 변화가 도입되었을 때의 응답은? (단, 정상상태는 0으로 간주한다.)

- ①  $(\frac{1}{m}(1-e^{-t}))$         ②  $(M(1-e^{-\frac{t}{\tau}}))$   
③  $(Mte^{-\frac{t}{\tau}})$             ④  $(M-e^{-\frac{t}{\tau}})$

53. 다음 중 ATO(Air-To-Open) 제어밸브가 사용되어야 하는 경우는?

- ① 저장 탱크 내 위험물질의 증발을 방지하기 위해 설치된 열교환기의 냉각수 유량 제어용 제어밸브  
② 저장 탱크 내 물질의 응고를 방지하기 위해 설치된 열교환기의 온수 유량 제어용 제어밸브  
③ 반응기에 발열을 일으키는 반응 원료의 유량 제어용 제어밸브  
④ 부반응 방지를 위하여 고온 공정 유체를 신속히 냉각시켜야 하는 열교환기의 냉각수 유량 제어용 제어밸브

54. 다음 전달함수를 역변환한 것은?

$$F(s) = \frac{5}{(s-3)^3}$$

- ①  $f(t) = 5e^{3t}$       ②  $f(t) = \frac{5}{2}e^{-3t}$   
 ③  $f(t) = \frac{5}{2}t^2e^{3t}$       ④  $f(t) = 5t^2e^{-3t}$

55. 함수  $f(t)$ 의 Laplace 변환이 다음과 같이 주어졌을 때,  $f(0)$ 의 값을 구하면?

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

- ① 0.5      ② 1  
 ③ 2      ④ 3

56. 공정이득(gain)이 2인 공정을 설정치(set point)가 1이고 비례이득(Proportional gain)이 1/2인 비례(Proportional) 제어기로 제어한다. 이 때 오프셋은 얼마인가?

- ① 0      ② 1/2  
 ③ 3/4      ④ 1

57. 다음 중 Gain margin(이득마진)과 관계되는 수식은? ( $w$ 는 frequency이며  $w_{\infty}$ 는 Phase lag가  $-180^\circ$  일 때의  $w$ 이다.  $G_{OL}$ 은 안정도 판정에 사용되는 개루프 전달함수이고,  $G$ 는 공정전달함수이다.)

- ①  $\left(\frac{1}{|G_{OL}(jw_{\infty})|}\right)$       ②  $(G_{OL}(jw))$   
 ③  $(G_{OL}(jw)=1)$       ④  $\left(\left|\frac{G(jw)}{1+G_{OL}(jw)}\right|\right)$

58. 이상적인 PID 제어가  $\left(K_c\left(1+\frac{1}{\tau_I s}+\tau_D s\right)\right)$  이 실용적인 PID 제어가 되기 위해서는 여러 변형이 가해진다. 이중 옳지 않은 것은?

- ① 설정치의 일부만을 비례동작에 반영 :  $K_c E(s) = K_c(R(s) - Y(s)) \rightarrow K_c(\alpha R(s) - Y(s)), 0 \leq \alpha \leq 1$   
 ② 설정치의 일부만을 적분동작에 반영 :  $\left(\frac{1}{\tau_I s} E(s) = \frac{1}{\tau_I s} (R(s) - Y(s)) \rightarrow \frac{1}{\tau_I s} (\alpha R(s) - Y(s)), 0 \leq \alpha \leq 1\right)$   
 ③ 설정치를 미분하지 않음 :  $\tau_D s E(s) = \tau_D s (R(s) - Y(s)) \rightarrow -\tau_D s Y(s)$   
 ④ 미분동작의 잡음에 대한 민감성을 완화시키기 위한

filtered 미분동작 :  $\left(\tau_D s \rightarrow \frac{\tau_D s}{as+1}\right)$

59. 전형적인 제어루프에 관한 설명 중 틀린 것은?

- ① 가스크로마토그래피로 측정되는 농도제어 루프의 경우 긴 시간지연을 보이게 된다.  
 ② 동적응답이 느린 온도제어루프는 미분동작을 추가하여 성능향상을 얻을 수 있다.

- ③ 적분공정 형태이 액위 제어루프에는 비례동작보다는 적분동작을 위주로 설계 되어야 한다.  
 ④ 매우 빠른 동특성과 측정 노이즈가 심한 유량제어 루프에는 비례-적분 제어가 추천된다.

60. 전달함수에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① 보통 공정(Usual Process)의 경우 분모의 차수가 분자의 차수보다 크다.  
 ② 공정출력의 Laplace 변환을 공정입력의 Laplace 변환으로 나눈 것이다.  
 ③ 공정입력과 공정출력사이의 동특성(Dynamics)을 Laplace 영역에서 표시한 것이다.  
 ④ 비선형공정과 선형공정 모두 전달함수로 완벽하게 표현될 수 있다.

#### 4과목 : 공업화학

61. 인광석을 산분해하여 인산을 제조하는 방식 중 습식법에 해당하지 않는 것은?

- ① 황산 분해법      ② 염산 분해법  
 ③ 질산 분해법      ④ 아세트산 분해법

62. 다음 중 아세틸렌에 작용시키면 아세틸렌법으로 영화비닐이 생성되는 것은?

- ① HCl      ② NaCl  
 ③  $H_2SO_4$       ④ HOCl

63. 소금을 전기분해하여 하루에 1ton의 염소가스를 생산하는 전해 수산화나트륨 공장이 있다. 이 공장에서 생산되는 NaOH는 하루에 약 몇 ton 인가?

- ① 1.13      ② 2.13  
 ③ 3.13      ④ 4.13

64. 순도가 70%인 아염소산나트륨의 유효염소는 몇 %인가?

- ① 100      ② 110  
 ③ 120      ④ 130

65. 점착속도가 매우 빨라서 순간점착제로 흔히 사용되는 성분은?

- ① 시아노아크릴레이트      ② 아크릴에멀전  
 ③ 벤조퀴논      ④ 폴리이소부틸렌

66. 염산제조에 있어서 단위 시간당 흡수되는 HCl 가스량(G)을 나타낸 식으로 옳은 것은? (단, K:HCl 가스 흡수계수, A:기상-액상의 접촉면적,  $\Delta P$ :기상-액상과의 HCl 분압차이다.)

- ①  $G=K^2A$       ②  $G=K\Delta P$   
 ③  $G=K/A\Delta P$       ④  $G=KA\Delta P$

67. 연료전지에 쓰이는 전해질이 아닌 것은?

- ① 인산      ② 자르코늄 다이옥사이드  
 ③ 용융탄산염      ④ 테프론 고분자막

68. 다음 중 기하이성질체를 나타내는 고분자가 아닌 것은?

- ① 폴리부타디엔      ② 폴리클로로프렌  
 ③ 폴리이소프렌      ④ 폴리비닐알콜

69. 질소비료는 주로 어떤 형태로 식물에 흡수되는가?



- ①  $\text{NO}_2^-$                       ②  $\text{N}_2$   
③  $\text{NO}_3^-$                       ④  $\text{NH}_4\text{OH}$
70. 아nil린(aniline)을 출발물질로 하여 염화벤젠디아조늄을 생성하는 디아조화 반응과 관계가 없는 것은?  
① 염화수소                      ② 에틸렌  
③ 아질산나트륨                ④ 방향족 1차 이민
71. 니트로벤젠을 환원시켜 아nil린을 얻을 때 다음 중 가장 적합한 환원제는?  
①  $\text{Zn}+\text{Water}$                 ②  $\text{Zn}+\text{Acid}$   
③ Alkaline Sulfide            ④  $\text{Zn}+\text{Alkali}$
72. 황산을  $\text{mSO}_3\text{nH}_2\text{O}$ 로 표시할 때 발연황산을 나타낸 것은?  
①  $\text{m} > \text{n}$                       ②  $\text{m} = \text{n}$   
③  $\text{m} < \text{n}$                       ④  $\text{m} + \text{n} = 3$
73. pH가 2인 공장 폐수 내에  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$  등의 중금속이온이 다량 함유되어 있다. 이들을 중화처리할 때 중금속이온은 수산화물 형태로 대부분 침전되어 제거되지만, 입자의 크기가 작은 경우에는 콜로이드상태로 존재하게 되므로 응집제를 사용하여야 한다. 이와 같은 폐수처리과정에서 필요한 물질들을 옳게 나열한 것은?  
①  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$                 ②  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeCl}_3$   
③  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$     ④  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
74. 다음 중 p형 반도체를 제조하기 위해 실리콘에 소량 첨가하는 물질은?  
① 비소                          ② 안티몬  
③ 인듐                          ④ 비스무스
75. 다음 중 2차 전지에 해당하는 것은?  
① 망간전지                      ② 산화은전지  
③ 납축전지                      ④ 수은전지
76. 산화하여 아세톤이 되는 것은?  
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$$
  
①  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$                 ②  $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{OHO} \end{array}$   
③  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$                       ④  $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{OHO} \end{array}$
77. 암모니아 합성공정에 있어서 촉매  $1\text{m}^2$  당 1시간에 통과하는 원료가스( $0^\circ\text{C}$ ,  $760\text{mmHg}$  환산)의  $\text{m}^3$  수를 무엇이라고 하는가?  
① 순간속도                      ② 공시득량  
③ 공간속도                      ④ 원단위
78. 접촉식 황산제조 공정에서 전화기에 대한 설명 중 옳은 것은?  
① 전화기 조작에서 온도조절이 좋지 않아서 온도가 지나치게 상승하면 전화율이 감소하므로 이에 대한 조절이 중요하다.  
② 전화기는  $\text{SO}_3$  생성열을 제거시키며 동시에 미반응 가스를 냉각시킨다.

- ③ 촉매의 온도는  $200^\circ\text{C}$  이하로 운전하는 것이 좋을 때문에 열교환기의 용량을 증대시킬 필요가 있다.  
④ 전화기의 열교환방식은 최근에는 거의 내부 열교환방식을 채택하고 있다.

79. 유지 성분의 공업적 분리 방법으로 다음 중 가장 거리가 먼 것은?  
① 분별결정법                      ② 원심분리법  
③ 감압증류법                      ④ 분자증류법
80.  $\text{R}-\text{COOH}$ 와  $\text{SOCl}_2$  또는  $\text{PCl}_5$ 를 반응시킬 때 주성생물은?  
①  $\text{R}-\text{Cl}$                           ②  $\text{R}-\text{CH}_2\text{Cl}$   
③  $\text{R}-\text{COCl}$                       ④  $\text{R}-\text{CHCl}_2$

### 5과목 : 반응공학

81. 자기 촉매 반응에서 목표 전환율이 반응속도가 최대가 되는 반응 전환율보다 낮을 때 사용하기에 유리한 반응기는? (단, 반응생성물의 순환이 없는 경우이다.)  
① 혼합 반응기  
② 플러그 반응기  
③ 직렬 연결한 혼합 반응기와 플러그 반응기  
④ 병렬 연결한 혼합 반응기와 플러그 반응기
82.  $1/2$ 차 반응을 수행하였더니 액체 반응 물질이 10분간에 75%가 분해되었다. 같은 조건하에서 이 반응을 완결하는데 시간은 몇 분이나 걸리겠는가?  
① 20                                  ② 25  
③ 30                                  ④ 35
83.  $\text{A} \rightarrow \text{R}$ 인 반응기 부피가  $0.1\text{L}$ 인 플러그 흐름 반응기에서  $-r_A = 50C_A^2 \text{ mol/L} \cdot \text{min}$ 로 일어난다. A의 초기농도  $C_{A0}$ 는  $0.1\text{mol/L}$  이고 공급속도가  $0.05\text{L/min}$  일 때 전환율은 얼마인가?  
① 0.509                          ② 0.609  
③ 0.809                          ④ 0.909
84. 촉매의 기능에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?  
① 촉매는 화학평형에 영향을 미치지 않는다.  
② 촉매는 반응속도에 영향을 미친다.  
③ 촉매는 화학반응의 활성화에너지를 변화시킨다.  
④ 촉매는 화학반응의 양론식을 변화시킨다.
85. 다음과 같은 단분자형의 1차 연속 반응이 회분식 반응기에서 일어난다. 공급물에서의 생성물 R과 S의 농도가 모두 0 일 때  $k_1 = 0.05\text{s}^{-1}$ ,  $k_2 = 0.05\text{s}^{-1}$ 이고, 이 때 R은 목적하는 생성물, S는 목적하지 않는 생성물이다. 반응이 30초가 경과했을 때의 초기농도에 대한 A의 농도비  $C_A/C_{A0}$ 는 얼마인가?  
$$\boxed{\text{A} \rightarrow \text{R} \rightarrow \text{S}}$$
  
① 0.012                          ② 0.022  
③ 0.223                          ④ 0.243
86. 다음 중 고체촉매반응의 반응 7단계의 순서로 옳바른 것은?

- ① 외부확산→내부확산→흡착→표면반응→탈착→내부확산→외부확산
- ② 내부확산→외부확산→흡착→표면반응→탈착→내부확산→외부확산
- ③ 내부확산→외부확산→탈착→표면반응→흡착→외부확산→내부확산
- ④ 외부확산→흡착→내부확산→표면반응→내부확산→탈착→외부확산

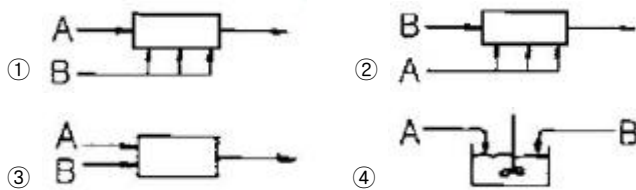
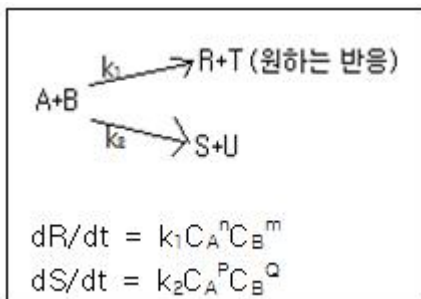
87. 반감기가 20h인 어떤 방사성 유체를 200L/h의 속도로 각각 용적이 40000L인 2개의 직렬교반조를 통과하여 처리하였다. 이 반응기를 통과함으로써 방사능은 몇 % 감소되는가? (단, 방사선 붕괴를 1차반응으로 간주한다.)

- ① 95.8%
- ② 96.8%
- ③ 97.8%
- ④ 98.4%

88. 다음은  $n$ 차( $n > 0$ ) 단일 반응에 대한 한 개의 혼합 및 플러그 흐름 반응기 성능을 비교 설명한 내용이다. 옳지 않은 것은? (단,  $V_m$ 은 혼합흐름반응기 부피,  $V_p$ 는 플러그흐름반응기 부피를 나타낸다.)

- ①  $V_m$ 은  $V_p$  보다 크다.
- ②  $V_m/V_p$ 는 전환율의 증가에 따라 감소한다.
- ③  $V_m/V_p$ 는 반응차수에 따라 증가한다.
- ④ 부피변화 분율이 증가하면  $V_m/V_p$ 가 증가한다.

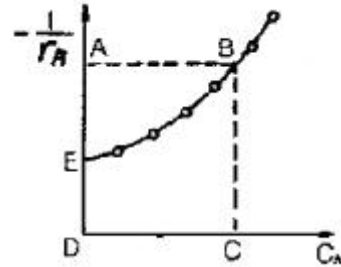
89. 다음과 같은 경쟁반응에서 원하는 반응을 가장 좋게 하는 접촉방식은? (단,  $n > P$ ,  $m < Q$ )



90. 반응기에 유입되는 물질량의 체류시간에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

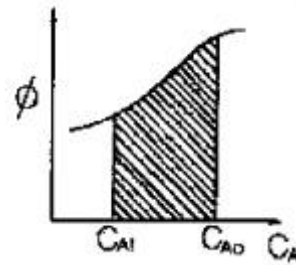
- ① 반응물의 부피가 변하면 체류시간이 변한다.
- ② 반응물이 실제의 부피 유량으로 흘러 들어가면 체류시간이 달라진다.
- ③ 액상반응이면 공간시간과 체류시간이 같다.
- ④ 기상반응이면 공간시간과 체류시간이 같다.

91. 다음 그림은 이상적 반응기의 설계 방정식의 반응시간을 결정하는 그림이다. 회분 반응기의 반응시간  $t$ =(면적)인데 이에 해당하는 면적을 옳게 나타낸 것은?



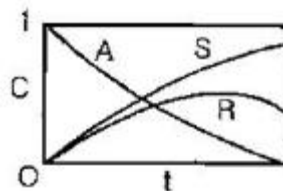
- ①  $\square ABCD$
- ②  $\triangle ABE$
- ③  $\triangle BCDE$
- ④  $\frac{1}{2} \square ABCD$

92. 다음 그림은 균일계 비가역 병렬 반응이 플러그 흐름반응기에서 진행될 때 순간수율  $\phi(R/A)$ 와 반응물의 농도 ( $C_A$ )간의 관계를 나타낸 것이다. 빗금친 부분의 넓이가 뜻하는 것은?



- ① 총괄 수율  $\phi$
- ② 반응하여 없어진 반응물의 몰수
- ③ 반응으로 생긴 R의 몰수
- ④ 반응기를 나오는 R의 농도

93. 다음 그림은 어느 반응의 농도변화를 나타낸 그림인가?

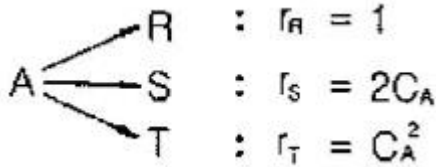


- ①  $A \xrightarrow{1} R \xrightarrow{1} S$
- ②  $A \xrightarrow{1} R \xrightarrow{1} S$
- ③  $A \xrightarrow{1} R \xrightarrow{1} S$
- ④  $A \xrightarrow{1} R \xrightarrow{1} S$

94. 기상 촉매반응의 유효인자(effectiveness factor)에 영향을 미치는 인자로 다음 중 가장 거리가 먼 것은?

- ① 촉매 입자의 크기
- ② 촉매 반응기의 크기
- ③ 반응기 내의 전체 압력
- ④ 반응기 내의 온도

95. 다음과 같은 A의 분해반응에서 원하는 생성물은 T이다. 등온 플러그 흐름 반응기에서 얻을 수 있는 T의 최대 농도는 얼마인가? (단,  $C_{A0}=1$  이다.)



- ① 0.051                      ② 0.114  
 ③ 0.235                      ④ 0.391

96. 어떤 반응의 속도상수가 25℃에서  $3.46 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ 이며 62℃에서는  $4.91 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$ 이었다. 이때 활성화 에너지는 몇 kcal 인가?

- ① 44.75                      ② 34.75  
 ③ 24.79                      ④ 14.75

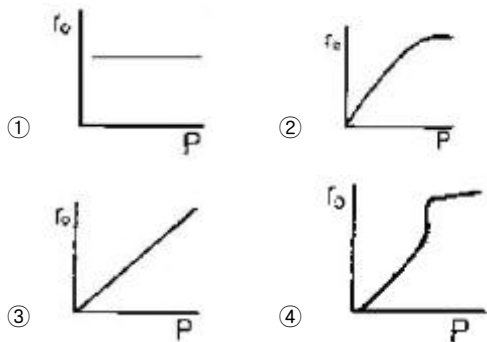
97. 부피유량  $u$ 가 일정한 관형반응기 내에서 1차 반응  $A \rightarrow B$  이 일어난다. 부피유량이 10L/min, 반응속도상수  $k$ 가 0.23/min 일 때 유출농도를 유입농도의 10% 로 줄이는데 필요한 반응기의 부피는? (단, 반응기의 입구조건  $V=0$  일 때  $C_A=C_{A0}$  이다.)

- ① 100L                      ② 200L  
 ③ 300L                      ④ 400L

98. 현재의 혼합흐름 반응기를 부피가 2배인 것으로 교체하고자 한다. 같은 공급물을 동일한 공급 속도로 공급한다면 교체 후의 새로운 전환율은 얼마인가? (단, 반응속도  $A \rightarrow R$ ,  $-r_A=kC_A$  로 나타내며 현재의 전환율은 50% 이다.)

- ① 0.33                      ② 0.56  
 ③ 0.67                      ④ 0.78

99. 고체 촉매 기상반응  $A+B \rightarrow C$ 에서 초기속도 대전압(total pressure)의 plot는 보기의 그림과 같은 경우들이 있다. 반응물 A 및 B 모두가 촉매에 흡착된 후에 반응을 하며 표면 반응이 속도단계일 경우 (surface reaction control)인 것은?



100.  $C_5H_5CH_3 + H_2 \rightarrow C_5H_5 + CH_4$ 의 톨루엔과 수소의 반응은 매우 빠른 반응이며 생성물은 평형 상태로 존재한다. 톨루엔의 초기 농도가 2mol/L, 수소의 초기 농도가 4mol/L이고 반응을 900K에서 진행 시켰을 때 반응 후 수소의 농도는 약 몇 mol/L인가? (단, 900K에서 평형상수  $K_p=227$  이다.)

- ① 1.89                      ② 1.95  
 ③ 2.01                      ④ 4.04

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