

1과목 : 화공열역학

1. 상평형에서 계의 성질이 최대가 되는 것은?

- ① 엔탈피 ② 엔트로피
③ 내부 에너지 ④ Gibbs 자유 에너지

2. 기체의 상태방정식으로 사용되지 않는 식은 다음중 어느 것인가?

- ① Redlich-Kwong equation
② Beattie-Bridgeman equation
③ Benedict-Webb-Rubin equation
④ Gibbs-Duhem equation

3. 등온과정에서 300K일때 압력이 10atm에서 1atm으로 변했다면 소요된 일은?

- ① 787.2cal ② 967.8cal
③ 1136.2cal ④ 1372.6cal

4. 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 ΔS 는 다음중 어느 것인가?

- ① $\Delta S = RT \ln 2$ ② $\Delta S = -R \ln 2$
③ $\Delta S = R \ln 2$ ④ $\Delta S = -RT \ln 2$

5. 다음중 열역학 제 2법칙의 수학적 표현으로 올바른 것은?

- ① $\Delta U + \Delta KE + \Delta PE = Q - W$
② $\Delta S_{total} \geq 0$
③ $\lim_{T \rightarrow 0} \Delta S = 0$
④ $dU = dQ - dW$

6. 어떤 기체는 다음의 상태식에 따른다. $P(V-b) = RT$, 여기 b 는 $0 < b < V$ 인 정수이다. 이 기체 1mol을 처음부피 V_i 로부터 V_f 로 등온팽창 시켰다면 이 때 이루어진 일(work)은 얼마인가?

- ① $W = RT \ln \left(\frac{V_f - b}{V_i - b} \right)$
② $W = RT \ln \frac{V_f}{V_i}$
③ $W = RT \ln \frac{V_i}{V_f}$
④ $W = RT \ln \left(\frac{V_i - b}{V_f - b} \right)$

7. 다음 중 옳은 Maxwell관계식은?

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

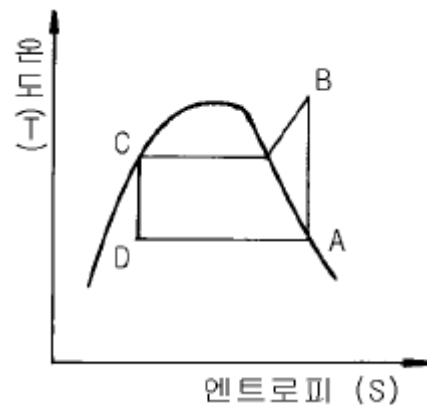
8. 단순한 유체(simple fluid)에 대하여 Pitzer의 편심계수 (acentric factor)는 다음의 어떤 사항을 이용한 것인가? (단, P_s 는 증기압을 나타낸다.)

- ① $T/T_c = 0.5$ 일때 $P_s/P_c = 0.5$ 이다.
② $T/T_c = 0.7$ 일때 $P_s/P_c = 0.5$ 이다.
③ $T/T_c = 0.7$ 일때 $P_s/P_c = 0.1$ 이다.
④ $T/T_c = 0.5$ 일때 $P_s/P_c = 0.1$ 이다.

9. Carnot 사이클의 열효율을 높이는데 유효한 방법은?

- ① 방열온도를 낮게한다.
② 급열온도를 낮게 한다.
③ 동작물질의 양을 증가시킨다.
④ 밀도가 큰 동작 물질을 사용한다.

10. 다음과 같은 증기-압축 냉동기의 사이클에서 성능 계수 (coefficient of performance)는?



- ① $\frac{H_A - H_D}{(H_B - H_C) - (H_A - H_D)}$
② $\frac{H_D - H_A}{(H_C - H_A) + (H_A - H_D)}$
③ $\frac{H_A + H_D}{(H_B - H_C) + (H_A - H_D)}$
④ $\frac{H_B - H_C}{(H_A - H_D) - (H_C - H_B)}$

11. 단열 과정으로 조작되는 1몰의 이상기체가 있다. 이 때 계에 대하여 한 일을 여러 방법으로 계산할 수 있다. 다음 중 맞지 않는 것은? (단, $\gamma = C_v/C_p$)

- ① $W = -C_v \Delta T$
 ② $W = (P_1 V_1 - P_2 V_2)/(\gamma - 1)$
 ③ $W = P_1 V_1 [1 - (P_2/P_1)^{(1/\gamma)}]$
 ④ $W = [RT_1/(\gamma - 1)][1 - (P_2/P_1)^{(1/\gamma)}]$

12. 380℃ 고온의 열저장고와 120℃의 저온 열저장고사이에서 작동하는 열기관이 60.0[kW]의 동력을 생산한다면 고온의 열저장고로부터 열기관으로 유입되는 열량(Q_H)은?

- ① 23.9 [kW] ② 87.7 [kW]
 ③ 90.7 [kW] ④ 150.7 [kW]

13. 이상기체를 등온 하에서 압력을 증가시키면 엔탈피는?

- ① 증가한다. ② 감소한다.
 ③ 일정하다. ④ 압력과 비례한다.

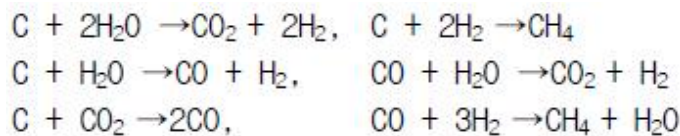
14. 1kg-mol의 이상기체를 $P_1=15\text{atm}$, $V_1=4.72\text{L}$ 에서 정용변화 과정을 통하여 $P_2=1\text{atm}$ 까지 가역변화를 시켰다. 이 때 엔탈피 변화(델타 H)값은 얼마인가? (단, $C_p=5\text{kcal/kg.mol.K}$, $C_v=3\text{kcal/kg.mol.K}$ 이다.)

- ① -3027kcal ② -4027kcal
 ③ -5027kcal ④ -6027kcal

15. 순수한 성분이 액체에서 기체로 상의 전이에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 1몰당 Gibbs 자유에너지 G는 불연속이다.
 ② 1몰당 엔트로피 S는 불연속이다.
 ③ 1몰당 부피 V는 불연속이다.
 ④ 1몰당 Gibbs 자유에너지 G의 온도에 대한 변화율은 불연속이다.

16. 스팀과 석탄을 고온에서 반응시켜 수소, CO, CO₂, CH₄를 생산한다. 다음 반응이 제안되어 있다면 그 자유도는 얼마인가?



- ① 1 ② 2
 ③ 3 ④ 4

17. 폐쇄계에 관한 설명 중 틀린 것은?

- ① 외부와 열전달을 할 수 있다.
 ② 외부와 물질전달을 할 수 있다.
 ③ 내부에서 화학반응이 일어날 수 있다.
 ④ 여러상(phase)이 존재할 수 있다.

18. Joule-Thomson 계수 $\mu_T = 0$ 일 때 기체의 온도를 역전온도(inversion temperature)라고 한다. 다음 설명 중 옳은 것은?

- ① 모든 기체는 역전온도 이상에서 주울 톰슨 팽창시켜도

액화될 수 있다.

- ② 모든 기체는 역전온도에 관계없이 액화될 수 있다.
 ③ 모든 기체는 역전온도 이하에서만 액화된다.
 ④ 모든 기체는 역전온도 이상에서만 액화된다.

19. 다음 중 잠열에 해당되지 않는 것은?

- ① 반응열 ② 증발열
 ③ 용해열 ④ 승화열

20. 어떤 물질이 다음과 같은 부피팽창율과 등온압축율을 가지고 있을 때 이 물질의 상태식은 다음 중 어느 것으로 표현될 수 있는가?

즉, $\beta = \alpha/V$, $k = b/V$, $\alpha = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$, $b = -\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$

- ① $V = aT + bP + \text{const}$ ② $V = bT + aP + \text{const}$
 ③ $V = aT - bP + \text{const}$ ④ $V = bT - aP + \text{const}$

2과목 : 화학공업양론

21. Heptane(C₇H₁₆)을 태워 Dryice(CO₂)를 제조한다. CO₂가스에서 Dryice로의 전환율은 50%이고, 시간당 Dryice제조량이 500kg일때 필요한 Heptane의 양은?

- ① 325kg/hr ② 227kg/hr
 ③ 162kg/hr ④ 143kg/hr

22. 10wt% A 수용액 50kg과 20wt% B 수용액 50kg을 혼합하였다. 혼합용액의 조성은 어떻게 되겠는가?

- ① 10wt% ② 15wt%
 ③ 20wt% ④ 30wt%

23. 지하 220m깊이에서 부터 지하수를 양수하여 20m 옥상에 가설된 물탱크에 매초당 15kg/s의 양으로 물을 올리고 있다. 이 때의 potential energy의 증가분(ΔE_p)은 얼마인가?

- ① 35300J/s ② 3600J/s
 ③ 3000J/s ④ 200J/s

24. 다음 중 경로함수끼리 짝지어진 것은?

- ① 내부에너지 - 일 ② 위치에너지 - 엔탈피
 ③ 엔탈피 - 내부에너지 ④ 일 - 엔탈피

25. 습윤공기가 1atm, 20℃에 있다. 이 때 증기의 분압이 1.75 mmHg일 때 상대습도는? (단, 20℃에서 증기압은 17.5mmHg이다.)

- ① 4.33% ② 10%
 ③ 43.3% ④ 100%

26. H₂의 임계온도는 33K이고, 임계압력은 12.8atm이다. newton's 보정식을 이용하여 보정한 Tc와 Pc는?

- ① Tc = 47K, Pc = 26.8atm
 ② Tc = 45K, Pc = 24.8atm
 ③ Tc = 41K, Pc = 20.8atm
 ④ Tc = 38K, Pc = 17.8atm

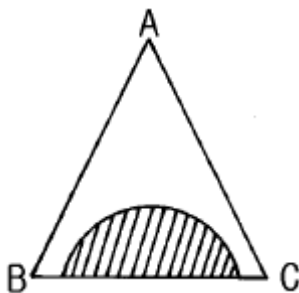
27. 40℃에서 벤젠과 톨루엔의 혼합물이 기액평형에 있다. Raoult의 법칙이 적용된다고 볼 때 다음 설명 중 틀린 것은 어느것인가? (단, ① 40℃에서의 증기압 벤젠:180mmHg, 톨루엔:60mmHg ② 액상조성:벤젠 30%, 톨루엔:70%(몰기준))
- ① 이 계의 자유도는 2이다.
 - ② 기상의 평형분압은 벤젠 54mmHg, 톨루엔 42mmHg이다.
 - ③ 이 계의 평형 전압은 240mmHg이다.
 - ④ 기상의 평형조성은 벤젠 56.3%, 톨루엔 43.7%이다.

28. 기화잠열을 추산하는 식의 설명중 틀린 것은?
- ① 포화압력의 대수값과 온도역수의 도시로부터 잠열을 추산하는 식이 Clausius-Clapeyron 식이다
 - ② 정상비등온도와 임계온도·압력을 이용하여 잠열을 구하는 식이 Watson식이다
 - ③ 각 환산온도와 기화열로부터 잠열을 구하는 식이 Watson식이다
 - ④ 정상비등온도와 임계온도·압력을 이용하여 잠열을 구하는 식이 Riedel식이다

29. 100℃ 에서 내부 에너지 100kcal/kg을 가진 공기 2kg이 밀폐된 용기속에 있다. 이 공기를 가열하여 내부 에너지가 130kcal/kg이 되었을 때 공기에 전달되는 열량은?
- ① 55kcal
 - ② 60kcal
 - ③ 75kcal
 - ④ 80kcal

30. $K_2Cr_2O_7$ (MW:294) 13wt%의 수용액 100kg으로부터 64kg의 물을 증발시킨 다음 20℃까지 냉각 시켰다. $K_2Cr_2O_7$ 의 수율은 얼마인가? (단, 20℃에서 $K_2Cr_2O_7$ 의 용해도는 0.04kg-mole/100kgH₂O이다.)
- ① 68.2%
 - ② 71.2%
 - ③ 79.2%
 - ④ 83.2%

31. 그림은 A,B,C 3성분계의 평형곡선이다. 이 그림에 대한 설명 중 틀린 것은?



- ① A와 B는 완전 혼합한다.
 - ② 사선 부분에서만 A,B,C성분이 완전히 혼합한다.
 - ③ A와 C는 완전 혼합한다.
 - ④ B와 C는 부분(성분) 혼합한다.
32. $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 3H_2O(l) + 2CO_2(g)$ 위 반응의 25℃에서 정용 반응열 $\Delta H_v = -326.1\text{kcal}$ 일때 같은 온도에서 정압반응열 ΔH_p 는 얼마인가?
- ① -324.7kcal
 - ② +325.5kcal
 - ③ -326.7kcal
 - ④ +326.7kcal

33. CO₂는 고온에서 $2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2$ 로 분해한다. 표준상태에서 11.2L의 CO₂가 일정압력에서 3000K로 가열했다면 전체 혼합기체의 부피는 얼마인가?

- ① 160L
- ② 160m3
- ③ 150L
- ④ 150m3

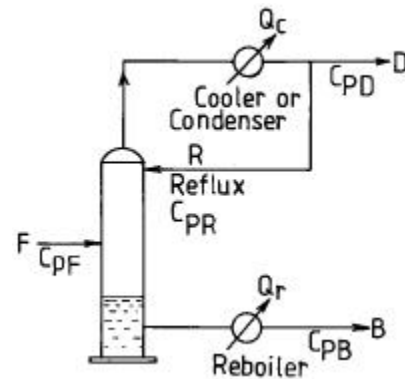
34. 질소와 수소의 혼합물이 1000기압을 유지하고 있다. 이중 질소의 분압이 450 기압이라면 이 혼합물의 평균 분자량은 얼마인가? (단, 수소의 분자량은 2, 질소의 분자량은 28이다.)

- ① 16.7 g/gmol
- ② 15.7 g/gmol
- ③ 14.7 g/gmol
- ④ 13.7 g/gmol

35. 평균 열용량 (\bar{C}_p)의 설명중 틀린 것은?

- ① 정압 열용량의 온도 의존성을 고려한 열용량이다.
- ② 온도구간이 클때 대수평균치로 정의되는 열용량이다.
- ③ 온도구간이 클때 분자들의 병진운동을 고려한 열용량이다.
- ④ 온도구간이 작을때는 정압열용량과 평균정압열용량이 거의 같다.

36. 다음 그림은 증류장치를 도식한 것이다. 여기서 Q_c는 condenser에서 제거된 열량, Q_r는 Reboiler에서 가열한 열량, F는 공급량, D는 탑상부 제품, B는 탑하부 유출량, C_p는 각 stream의 평균비열을 의미한다. 이 계의 Over all energy balance 계산을 올바르게 표시한 것은?



- ① $Q_r - Q_c = D \int C_{PD}dT + B \int C_{PB}dT - F \int C_{PF}dT$
- ② $Q_r - Q_c = D \int C_{PD}dT + B \int C_{PB}dT + F \int C_{PF}dT$
- ③ $Q_r - Q_c = F \int C_{PF}dT + D \int C_{PD}dT - B \int C_{PB}dT$
- ④ $Q_r - Q_c = F \int C_{PF}dT - D \int C_{PD}dT + B \int C_{PB}dT$

37. 도관내 흐름을 해석할 때 사용되는 베르누이식의 설명 중 틀린 것은?

- ① 마찰손실이 압력손실 또는 속도두 손실로 나타나는 흐름을 해석할 수 있는 식이다.
- ② 수평흐름이면 압력손실이 속도두 증가로 나타나는 흐름을 해석할 수 있는 식이다.
- ③ 압력두, 속도두, 위치두의 상관관계 변화를 예측할 수 있는 식이다.
- ④ 도관의 길이방향의 속도변화를 예측할 수 있는 식이다.

38. 순수한 에탄올과 물을 같은 무게로 혼합하여 용액을 만들었다. 이 용액에서 에탄올의 몰분율은 약 얼마인가? (단, 각각 원자량은 C:12, O:16, H:1 이다.)

- ① 0.5 ② 0.6
③ 0.4 ④ 0.3

39. 헨리의 법칙에 대한 설명중 틀린 것은?

- ① 휘발성이 없는 진한 용액의 기-액 평형을 다루는데 사용된다.
② 헨리상수(H_A)는 대체적으로 용액특성에 따른 온도에 의존한다.
③ 피리딘(C_5H_5N)과 물의 용액에서 피리딘에 대해서는 헨리 법칙이 적용될 수 있다.
④ 기-액 평형시 기상의 한 성분의 압력(P_A)은 액상에서 한 성분의 몰분율(X_A)과 헨리상수(H_A)의 적으로 나타낸다.

40. CO_2 70V%와 NH_3 30V%의 조성의 기체 혼합물을 KOH로 CO_2 를 제거하여 35V% CO_2 를 얻었다.이 때 CO_2 몇%가 제거되었는 가? (단, KOH는 증발하지 않고 NH_3 의 양도 변하지 않는다고 가정한다.)

- ① 77% ② 66%
③ 55% ④ 44%

3과목 : 단위조작

41. 열교환기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 가장 간단한 열교환기는 이중관 열교환기이다.
② 관 밖으로 흐르는 유체의 속도를 증가시키기 위하여 baffle 을 설치한다.
③ 열 팽창에 의한 균열을 막기위하여 floating - head(부동헤드) 를 설치한다.
④ 열 교환기의 흐름은 대개 평행류이다.

42. 수평으로 놓인 가열된 관에 공기가 일정한 속도로 통과하고 있다. 공기는 $4.4^\circ C$, 15.24 m/s 의 속도로 들어가서 $60^\circ C$, 22.86 m/s 의 상태로 관을 나간다. 공기의 비열을 $0.24 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ C$ 라고 할때 공기에 전달된 열은?

- ① 24.1 kcal/kg air ② 6.69 kcal/kg air
③ $13.35 \text{ kcal/kg air}$ ④ $48.03 \text{ kcal/kg air}$

43. 기-액 계면에서 물질전달이 일어날 경우 각 경막의 저항에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 용해도가 큰 기체의 총괄저항은 액체경막 지배가 된다.
② 용해도가 작은 기체의 총괄저항은 기체경막 지배가 된다.
③ 용해도가 작은 기체의 총괄저항은 액체경막 지배가 된다.
④ 총괄저항은 용해도와 무관하다.

44. 복사(radiation)에 대한 설명 중 Kirchhoff 법칙을 표현한 것은?

- ① 어떠한 물체가 그 외계와 온도평형에 있을 때 방사율(emissivity)과 흡수율(absorptivity)은 같다.

- ② 흑체의 총복사력(radiating power)은 절대온도의 4 제곱에 비례한다.
③ 어떤 주어진 온도에서 흑체의 최대 단색광 복사력(maximum monochromatic radiating power)을 갖는 파장은 절대온도에 역 비례한다.
④ 흑체의 파장에 따른 에너지 분포를 나타낸다.

45. γ 가 활동도 계수를 나타낼 때, 최고 공비 혼합물이 가지는 값의 범위는?

- ① $\gamma_A = 1, \gamma_B = 1$
② $\gamma_A < 1, \gamma_B > 1$
③ $\gamma_A < 1, \gamma_B < 1$
④ $\gamma_A > 1, \gamma_B > 1$

46. 1atm 상에서 벤젠의 몰분율이 0.6 되는 톨루엔과의 혼합용액 중 벤젠의 톨루엔에 대한 비휘발도는? (단, 이 혼합용액과 평형상태에 있는 증기의 벤젠 몰분율은 0.8 임)

- ① 1.3 ② 1.5
③ 2.0 ④ 2.7

47. 층류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 속도분포가 포물선을 그린다.
② 층류일 때는 패닝(Fanning)식 만으로서 Poiseuille 식을 유도할 수 있다.
③ 유체가 균일한 소용돌이 층을 이루며 흐른다.
④ 일명 선류(線流)라고 한다.

48. 상점점(plait point) 의 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 균일상에서 불균일상으로 되는 경계점
② 액액 평형선 즉, tie - line 의 길이가 0 인 점
③ 액액 평형선 즉, tie - line 의 길이가 가장 긴 점
④ 추출상과 추출 잔류상의 조성이 같아지는 점

49. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 유체의 유동에 대한 저항을 점도라 한다.
② 흐르는 액체 중의 한면에 있어서의 전단 응력은 속도구배에 비례한다.
③ 절대 점도를 유체의 밀도로 나눈값을 운동 점도라 한다.
④ 비중과 점도와의 관계를 비점도라 한다.

50. 추출 장치에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① mixer - settler → Batch 형으로써 교반장치를 하여 중력차로 분리한다.
② spray - tower → Heavy liquid 는 상부로, light liquid 는 하부로 유입된다.
③ perforated - plate tower → 증류탑 에서와 같은 다공판을 갖는다.
④ pulse - column → 충전물이나 다공판이 필요 없고 교반을 요하지 않는다.

51. 원 관내를 유체가 난류로 흐를때 점성 전단(Viscous shear)은 거의 무시되고 난류 점성(Eddy viscosity)이 지배적인 부분은?

- ① Viscous sublayer ② Buffer layer

- ③ Turbulent core ④ Logarithmic layer

52. 비중이 0.9 인 액체가 나타내는 압력이 25psi 일 때 수두(head)로 나타내면?

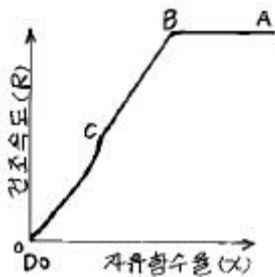
- ① 12.19m ② 19.52m
③ 1.219m ④ 1.954m

53. 가스를 액체 속에 흡수 시키는 방법 중 옳은 것은?

- a. 액체 속에 가스를 뿜어 넣는 기포탑(氣泡塔)법
b. 가스 속에 액체의 분무를 뿌려 넣는 분무탑(噴霧塔)법

- ① 가스의 액체에 대한 용해도가 클 때는 b) 법을 사용한다.
② 가스의 액체에 대한 용해도가 작을 때는 b)법을 사용한다.
③ 가스의 액체에 대한 용해도가 크고 작은 것에 상관없이 어느 방법이든 같다.
④ 가스의 액체에 대한 용해도가 클 때는 a) 법을 사용한다.

54. 건조 속도곡선에서 두 단계의 감율 건조단계 (그림 참조)를 나타내는 대표적인 물질은?



- ① 모래층(sand bed)
② 비공성 점토슬라브(non porous clay slab)
③ 다공성 도자기판(porous ceramic plate)
④ 비공성 플라스틱막(non porous plastic film)

55. N_{Nu} (Nusselt number)의 정의로서 옳은 것은? (단, N_{st} = Stanton수, N_{pr} = Prandtl수)

- ① KD/h
② 전도(conduction)저항/대류(convection)저항
③ 전체의 온도구배/표면에서의 온도구배
④ $N_{st}/N_{Re} \cdot N_{pr}$

56. 추출에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 추출은 종류로 분리할 수 있는 물질만 분리할 수 있다.
② 두 용액 중 용해도 차가 현저하게 큰 것을 분리할 수 있다.
③ 끓는점이 비슷한 경우 종류보다 추출법을 이용한다.
④ 고-액 추출은 침출(leaching), 액 - 액 추출은 액체추출(extraction)이라 한다.

57. 증류탑으로 들어가는 feed 는 찬 액체로 들어가기 때문에 feed 1 mole 당 흡입단(feed pate)으로 오는 vapor 중 0.4mole 을 액화시킨다. feed 는 80mole% methanol 과

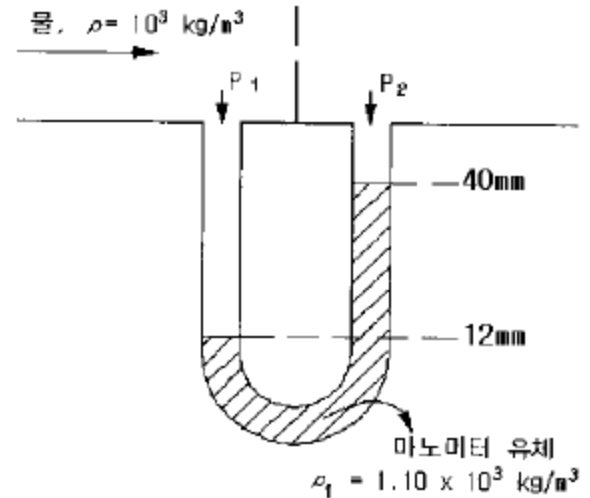
20mole% 물이다. 공급선(feed line)을 구하면?

- ① $y = 3.5x - 2$ ② $y = - 1.5x + 2$
③ $y = 1.5x + 0.5$ ④ $y = - 3.5x + 2$

58. 증발기 조작에서 변수의 영향에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 증발기 내의 압력을 낮추어 비등점을 높이면 수증기의 이용율을 높일 수 있다.
② 압력을 낮추어서 진공상태에서 조작하면 가열 표면적을 상당히 줄일 수 있다.
③ 증발기 조작에서 공급온도는 대단히 중요하며, 공급물을 예열하면 증발기의 열전달 면적을 줄일 수 있다
④ 고압의 수증기를 사용하면 증발기의 크기와 가격을 줄일 수 있지만, 고압의 수증기는 비싸기 때문에 최적 수증기 압을 결정하기 위한 총괄경제수지가 필요하다.

59. 오리피스관 전후에 마노미터를 설치하여 관속을 흐르는 유체의 압력차로부터 유량을 측정하고자 할 때, 그림에서 압력차 $P_1 - P_2$ 는?



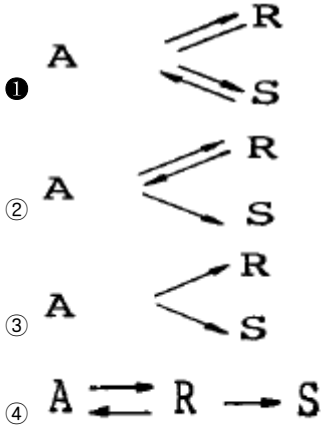
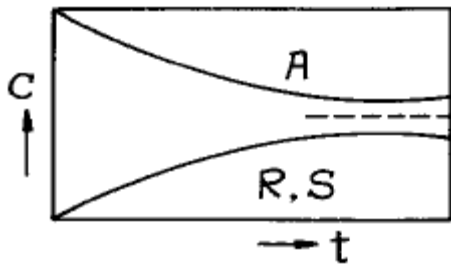
- ① 3.98×10^{-4} psia ② 2.23×10^{-3} psia
③ 3.98×10^{-3} psia ④ 2.23×10^{-2} psia

60. 내부에 가열코일이 들어 있고 외부가 가열자켓로 되어 있는 반응기 내에 비열이 $0.67 \text{ kcal/hr} \cdot ^\circ\text{C}$ 인 반응물 900kg을 넣고 온도가 150°C 인 수증기로 100°C 까지 단열상태에서 가열하고자 한다. 반응물의 초기온도가 15°C 일 때 100°C 까지 가열하는데 필요한 시간은? (단, 총괄 전열계수는 $730 \text{ kcal/hr} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ 이고 전열면적은 1.5 m^2 이다.)

- ① 7분 ② 14분
③ 18분 ④ 33분

4과목 : 반응공학

61. 다음 그림은 농도 - 시간의 곡선이다. 옳은 반응식은?



62. 액상 연속 반응 $A \rightarrow R \rightarrow S$ 에서 R 이 목표 생성물이다. 이 반응을 플러그 흐름 반응기에서 진행시키고자 할 때 반응기의 크기에 관한 설명으로 가장 옳은 것은?

- ① 작은 것일수록 좋다.
 ② 큰 것일수록 좋다.
 ③ 반응 속도식에 따라 큰 것일수록 또는 작은 것일수록 좋을 수 있다.
 ④ 항상 최적의 크기가 있다.

63. $A \rightarrow R$ 인 액상반응에 대한 평형상수가 $K_{298} = 300$ 이고 반응열 $\Delta H_{r298} = -18,000 \text{ cal/mol}$ 이다. 75°C 에서 평형 전환율은?

- ① 69% ② 55%
 ③ 79% ④ 93%

64. $A \rightarrow R$, $k_1 = 100$ $R \rightarrow S$, $k_2 = 1$ 인 반응은 $A \rightarrow S$, k 로 볼 수 있다. 이 때 k 값은?

- ① 0.99 ② 1
 ③ 100 ④ 101

65. Langmuir 모델의 가정으로 옳지 않은 것은?

- ① 흡착이 일어나는 고체 표면층은 균일하다.
 ② 흡착물은 이웃 흡착물과 상호작용을 전혀하지 않는다
 ③ 흡착열은 동일하다.
 ④ 흡착층은 단분자 층과 다분자 층 공히 적용된다.

66. 1 차 반응일 때 플러그 흐름 반응기의 공간시간(Space time)은? (단, 밀도는 일정하다.)

① $\tau = \frac{X_A}{1 - X_A}$

② $\tau = \frac{C_{A0} - C_A}{k C_A}$
 ③ $\tau = \frac{-\ln(1 - X_A)}{k}$
 ④ $\tau = \ln(1 - X_A)$

67. 초기농도가 1mole/l인 액체 A가 1l/ min 의 속도로 2liter 부피의 혼합반응기에 공급되어 출구농도가 0.1mole/l 이었다면 A 의 소멸속도(mole/l · min)는?

- ① 0.45 ② 0.50
 ③ 0.75 ④ 0.90

68. 어떤 반응에서 무촉매 상태와 촉매 상태와의 반응속도를 비교 하였더니 각 속도 상수의 정수비는 1 : 1000 이었다 20°C 에서 두 상태의 활성화 에너지 차는?

- ① 3105cal ② 3725cal
 ③ 4022cal ④ 4303cal

69. NO_2 의 분해반응 속도상수는 1차 반응으로서 694°C 에서 $0.138 \text{ l/mol} \cdot \text{sec}$ 이고 812°C 에서는 $0.370 \text{ l/mol} \cdot \text{sec}$ 이다 이 반응에서 550°C 일 때 속도상수는?

- ① $0.0482 \text{ l/mol} \cdot \text{sec}$ ② $0.0382 \text{ l/mol} \cdot \text{sec}$
 ③ $0.0282 \text{ l/mol} \cdot \text{sec}$ ④ $0.0182 \text{ l/mol} \cdot \text{sec}$

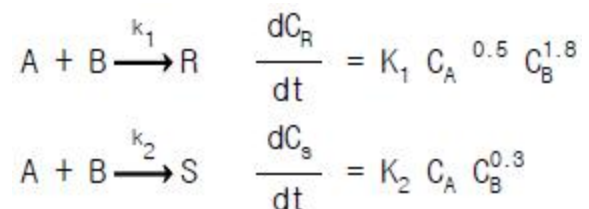
70. 이상형 반응기의 대표적인 예가 아닌 것은?

- ① 회분식 반응기 ② 플러그흐름 반응기
 ③ 혼합흐름 반응기 ④ 촉매 반응기

71. 직렬반응에서 원하는 제품의 수율을 최대로 하는 조건으로 옳지 않은 것은?

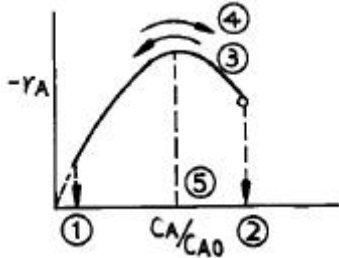
- ① 반응기 내에서의 여러 반응물의 조성을 균일하게 유지한다.
 ② 촉매를 사용하여 원하는 반응의 반응속도를 빠르게 한다.
 ③ 원하는 반응과 부반응이 같은 차수이면 온도를 높게 혹은 낮게 유지한다.
 ④ 반응물의 농도를 높게 혹은 낮게 유지한다.

72. 다음과 같은 평행반응이 진행되고 있을 때, 원하는 생성물이 S 라면 반응물의 농도는 어떻게 조절해 주어야 하는 가?



- ① C_A 를 높게, C_B 를 낮게
 ② C_A 를 낮게, C_B 를 높게
 ③ C_A 를 높게, C_B 를 높게
 ④ C_A 를 낮게, C_B 를 낮게

73. 그림은 자동 촉매반응(autocatalytic reaction)에 대한 것이다. 옳지 않은 것은?

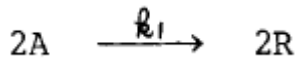


- ① 반응 초기의 C_A/C_{A0} 값은 ②로서 1의 값을 갖는다.
 ② 반응의 진행방향은 ③이다.
 ③ 반응의 진행방향은 ④이다.
 ④ 최대반응 속도일 때의 C_A/C_{A0} 값은 ⑤일 때이다.

74. 순환이 없는 자기촉매 반응에서 최종 전하율이 최대 속도점보다 낮을 때 사용하기에 유리한 반응기는?

- ① 혼합 반응기
 ② 플러그 반응기
 ③ 혼합 반응기와 플러그 반응기 직렬 연결
 ④ 혼합 반응기와 플러그 반응기 병렬 연결

75. 반응이 다음과 같은 기초반응일 때 속도식으로 옳은 것은?



- ① $-r_A = r_R = k_1 C_A^2$ ② $-r_A = -r_R = k_1 C_A^2$
 ③ $-r_A = r_R = k_1 C_A$ ④ $-r_A = -r_R = k_1 C_A$

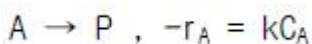
76. 순간 수득율 $\phi = 1/(1+C_A)$ 인 반응을 직렬로 연결된 두개의 혼합반응기에서 진행시킬 때 총괄수득율은? (단, $C_{A0} = 1$, $C_{A1} = 1/2$, $C_{A2} = 0$ mole/l 이다.)

- ① 1/2 ② 2/3
 ③ 5/6 ④ 1

77. $A \rightarrow R \rightarrow S$ 로 표시되는 직렬 반응에서 R의 생성반응이 A에 관하여 2차이고 S의 생성반응이 R에 관하여 1차이면 R의 생성에 유리한 반응조건은?

- ① A의 초기농도를 높이고 관형반응기를 사용한다
 ② A의 초기농도를 낮추고 혼합반응기를 사용한다
 ③ A의 초기농도를 높이고 혼합반응기를 사용한다
 ④ A의 초기농도를 낮추고 관형반응기를 사용한다

78. 혼합흐름 반응기에서 다음과 같은 액상 1차 반응이 진행되고 있으며 60%의 A가 반응된다. 반응기의 크기만을 4배로 증가시키면 A의 몇%가 반응 되겠는가?



- ① 60% ② 73%
 ③ 86% ④ 92%

79. $A \rightarrow R$ 인 비가역 1차 반응에서 다른 조건이 모두 같을 때 C_{A0} 를 증가시키면 전하율은?

- ① 증가한다 ② 감소한다
 ③ 일정하다 ④ 알수없다

80. 촉매의 세공부피 측정을 위하여 촉매(고체) 시료 90g을 일정한 밀폐된 용기에 넣고 낮은 압력에서 수은을 주입하여 부피를 측정한 결과 40cm^3 이었으며, 다시 수은 제거 후 He를 주입한 결과 80cm^3 이었다. 이때 촉매의 진밀도(true density)는?

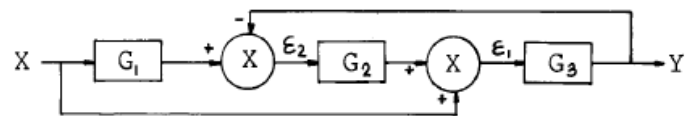
- ① 1.25g/cm^3 ② 2.25g/cm^3
 ③ 3.25g/cm^3 ④ 4.25g/cm^3

5과목 : 공정제어

81. 전달함수 $G(s)$ 의 단위계단(unit step)입력에 대한 응답을 y_s , 단위순간(impulse)입력에 대한 응답을 y_i 라한다면 y_s 와 y_i 의 관계는?

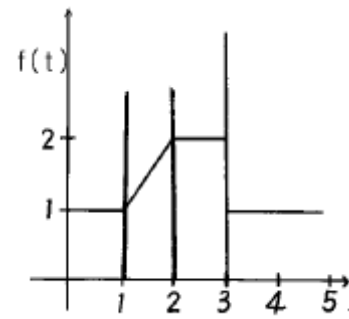
- ① $\frac{dy_s}{dt} = y_i$ ② $\frac{dy_s}{dt} = y_i$
 ③ $\frac{d^2y_i}{dt^2} = y_s$ ④ $\frac{d^2y_s}{dt^2} = y_i$

82. 다음 블록선도에서 전달함수 $\frac{Y(s)}{X(s)}$ 는?



- ① $\frac{G_1 G_2 G_3 + G_3}{1 + G_2 G_3}$ ② $\frac{G_1 G_2 G_3 + G_3}{1 + G_1 G_3}$
 ③ $\frac{G_1 G_2 G_3 + G_2}{1 + G_1}$ ④ $\frac{G_1 G_2 G_3 + G_3}{1 + G_1}$

83. 다음은 함수 $f(t)$ 의 그림이다. 이 그림은 다음식 중의 어느것에 해당하는가?



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

$$\textcircled{2} f(s) = \frac{e^{-s} - e^{-2s}}{s}$$

$$\textcircled{3} f(s) = \frac{1}{s} \left\{ \frac{1}{s} - \frac{e^{-s}}{1 - e^{-s}} \right\}$$

$$\textcircled{4} f(s) = \frac{1}{s^2} (1 - 2e^{-s} + e^{-2s})$$

84. 다음 각항의 설명 중 Routh법에 의한 제어계의 안정성 판별 조건과 관계 없는 것은?

- ① Routh array의 첫번째 열에 전부 양(+)의 숫자만 있어야 안정하다.
- ② 특성방정식이 S에 대해 n차 다항식으로 나타나야 한다.
- ③ 제어계에 수송지연이 존재하면 Routh법은 쓸수없다.
- ④ 특성방정식의 어느 근이든 복소수축의 오른쪽에 위치할 때는 계가 안정하다.

85. 다음의 비선형공정을 정상상태의 데이터 y_{ss}, u_{ss} 에 대해 선형화 한 것은?

공정 : $\frac{dy(t)}{dt} = y(t) + y(t)u(t)$

$$\textcircled{1} \frac{d(y(t) - y_{ss})}{dt} = (1 + u_{ss})(y - y_{ss}) + y_{ss}(u - u_{ss})$$

$$\textcircled{2} \frac{d(y(t) - y_{ss})}{dt} = (1 + u_{ss})(u - u_{ss}) + y_{ss}(y - y_{ss})$$

$$\textcircled{3} \frac{d(y(t) - y_{ss})}{dt} = u_{ss}(u - u_{ss}) + y_{ss}(y - y_{ss})$$

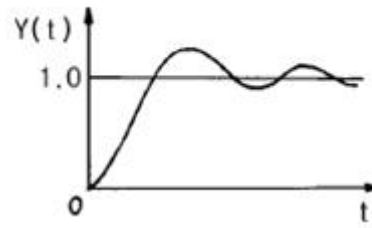
$$\textcircled{4} \frac{d(y(t) - y_{ss})}{dt} = u_{ss}(y - y_{ss}) + y_{ss}(u - u_{ss})$$

86. 입력과 출력사이의 전달함수의 정의로서 가장 타당한 것은?

- ① $\frac{\text{출력의 라플라스 변환}}{\text{입력의 라플라스 변환}}$
- ② $\frac{\text{출력}}{\text{입력}}$
- ③ $\frac{\text{편차형태로 나타낸 출력의 라플라스 변환}}{\text{편차형태로 나타낸 입력의 라플라스 변환}}$
- ④ $\frac{\text{시간함수의 출력}}{\text{시간함수의 입력}}$

87. 그림과 같은 응답 곡선은 2차계 시스템에서 ζ 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 $\zeta \geq 0$

88. 공정의 동적거동 형태 중 역응답(inverse response)이란?

- ① 양의 단위 입력에 대해 정상상태에서 음의 출력을 보이는 것.
- ② 입력에 대해 일정시간이 경과한 후 응답이 나올 때
- ③ 입력에 대해 진동응답을 보일 때
- ④ 초기응답이 정상상태 이득부호와 반대로 나올 때

89. 비례제어기의 비례제어 상수를 선형계가 안정되도록 결정하기 위해 비례제어 상수를 0으로 놓고 특성방정식을 풀 결과 서로 다른 세 개의 음수의 실근이 구해졌다. 비례제어 상수를 점점 크게 할 때 나타나는 현상 중 올바른 것은?

- ① 특성방정식은 비례제어 상수와 관계없으므로 세 개의 실근값은 변화가 없으며 계는 계속 안정하다.
- ② 비례제어 상수가 커짐에 따라 세 개의 실근값 중 하나는 양수의 실근으로 가게 되므로 계가 불안정해진다.
- ③ 비례제어 상수가 커짐에 따라 세 개의 실근값 중 두개는 음수의 실수값을 갖는 켄레 복소수 근으로 갖게되므로 계의 안정성은 유지된다.
- ④ 비례제어 상수가 커짐에 따라 세 개의 실근값 중 두개는 양수의 실수값을 갖는 켄레 복소수 근으로 갖게되므로 계가 불안정해진다.

90. 공정제어에 사용되는 제어기의 기본형 4종류중 그 전달함수

$$G(S) = \frac{P(S)}{E(S)} = K(1 + \tau S)$$

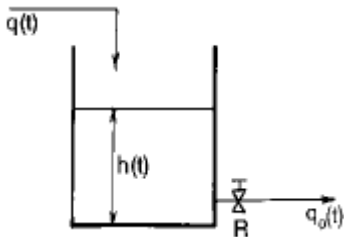
가 의 꼴로 표시되는 제어기는 어느 것인가?

- ① P형
- ② PI형
- ③ PD형
- ④ PID형

91. 시간상수 τ 가 3sec이고 게인 K_p 가 1인 온도계가 초기에 20℃를 유지하고 있다. 이 온도계를 100℃의 물속에 넣었을 때 3sec후의 온도계 읽음은?

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

92. 그림과 같은 액면계(liquid level system)가 있다. 단면적(A)이 $A = 3\text{ft}^2$, $q_o = 8\sqrt{h}$ 이고 평균 조작수위 $h = 4\text{ft}$ 일 때 시상수(time constant)는 얼마인가?

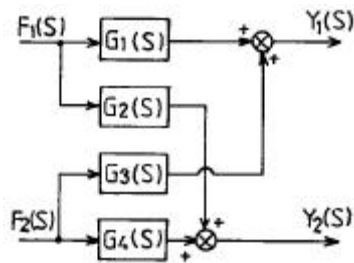


- ① 4/9min ② $3\sqrt{3}/4$ min
③ 3/4min ④ 3/2min

93. $f(t)=1$ 의 Laplace 변환은?

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

94. 그림의 블록선도에서 출력 $Y_1(s)$ 와 $Y_2(s)$ 의 표현으로서 올바른 것은?

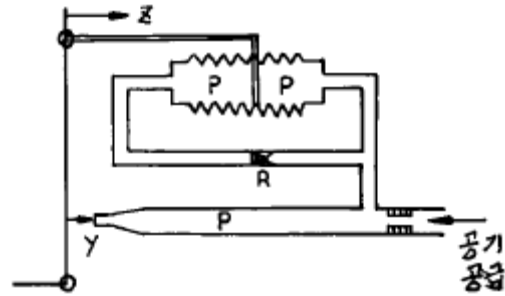


- $Y_1(s) = G_1(s)F_1(s) + G_3(s)F_2(s)$
① $Y_2(s) = G_2(s)F_1(s) + G_4(s)F_2(s)$
 $Y_1(s) = G_1(s)F_1(s) + G_2(s)F_2(s)$
② $Y_2(s) = G_3(s)F_1(s) + G_4(s)F_2(s)$
 $Y_1(s) = G_3(s)F_1(s) + G_1(s)F_2(s)$
③ $Y_2(s) = G_2(s)F_1(s) + G_4(s)F_2(s)$
 $Y_1(s) = G_1(s)F_1(s) + G_4(s)F_2(s)$
④ $Y_2(s) = G_2(s)F_1(s) + G_3(s)F_2(s)$

95. 개회로 전달함수가 $K/(s+4)(s+5)S$ 인 부계환계가 있다. 근궤적의 점근선이 실수축과 이루는 각도는 얼마인가?

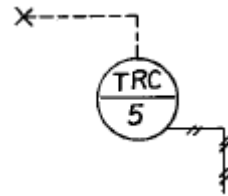
- ① $\pm \frac{\pi}{4}$ 와 $\pm \frac{3}{4}\pi$
② $\pm \frac{\pi}{3}$ 와 $\pm 2\pi$
③ $\pm \frac{\pi}{3}$ 와 $\pm \frac{2}{3}\pi$
④ $\pm \frac{\pi}{3}$ 와 $\pm \pi$

96. 다음 그림은 전기 조절기의 어떤 동작에 상당하는가?



- ① 비례 - 적분동작기구
② 비례 - 미분동작기구
③ 비례 - 미분 - 적분동작기구
④ 비례 동작기구

97. 그림의 기호는 무엇을 나타내는가?



- ① 팽창식 온도지시 조절계
② 온도기록 조절계(panel상에)
③ 온도검출요소 조절계
④ 온도기록 조절계(현장에)

98. 전달함수가 $Y(s)/X(s) = (\tau_1 s + 1)/(\tau_2 s + 1)$ 인 계에서 단위계단응답 $Y(t)$ 는?

- ① $1 + \frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau_2} e^{-t/\tau_2}$
② $1 + \frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau_1} e^{-t/\tau_2}$
③ $1 + \frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_1} e^{-t/\tau_2}$
④ $1 + \frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_2} e^{-t/\tau_2}$

99. 복사에 의한 열전달 식은 $q = kcAT^4$ 으로 나타내어 진다(k, c, A : 상수). 정상상태에서 $T = T_s$ 일 때 이 식을 선형화시키면?

- ① $4kcAT_s^3(T - 0.75T_s)$
② $kcA(T - T_s)$
③ $3kcAT_s^3(T - T_s)$
④ $kcAT_s^4(T - T_s)$

100. 다음은 화학공장의 공정제어의 필요성에 대해 설명한 것이다. 잘못 설명된 것은?

- ① 균일한 제품을 생산하여 제품의 질을 향상시키기 위해
- ② 운전도중 안전사고의 예방을 위해
- ③ 생산비 절감 및 생산성 향상을 위해
- ④ 공장운전의 무인화를 위해

6과목 : 화학공업개론

101. 인산 2암모늄 비료는 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 이다. 이 조성 중 P_2O_5 의 이론적인 함량은 백분율로 얼마가 되겠는가? (단, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ M.W = 132, P_2O_5 M.W = 142)

- ① 53.8%
- ② 73.8%
- ③ 81.9%
- ④ 92.9%

102. 접촉식 황산제조 공정에서 전화기에 대한 설명중 옳은 것은?

- ① 전화기조작에서 온도조절이 좋지 않아서 온도가 너무 상승하면 전화율이 감소하므로 이의조정이 중요하다.
- ② 전화기는 SO_3 생성열을 제거시키며 동시에 미반응가스를 냉각시킨다.
- ③ 촉매의 온도는 200°C 이하로 운전하는 것이 좋기때문에 열교환기의 용량을 증대시킬 필요가 있다.
- ④ 전화기의 열교환방식은 최근에는 거의 내부 열교환방식을 채택하고 있다.

103. Dorr식 NaOH 제조공정에서 CaCO_3 가 각 분리조 바닥에 용이하게 배출될 수 있을 정도로 잘 가라앉기 위하여는 어떤 인자들이 작용되는가?

- ① 입자의 모양
- ② 침전입자와 액체와의 밀도차
- ③ 입자의 크기
- ④ 액체의 비중

104. 부식전류가 크게 되는 원인을 열거한 것이다. 옳지 않은 것은?

- ① 산소분포가 균일할 때
- ② 서로 다른 금속들이 접하고 있을 때
- ③ 금속이 전도성이 큰 전해액과 접촉하고 있을 때
- ④ 금속표면의 내부응력의 차가 클 때

105. 산화에틸렌의 수화반응으로 만들어지는 것은?

- ① 아세트알데히드
- ② 에틸렌글리콜
- ③ 에틸알코올
- ④ 글리세린

106. 에너지원으로 석유·석탄등의 화석연료를 이용시 나타나는 문제점 및 에너지의 변환에 대한 설명중 맞는 것은?

- ① CO_2 의 증가는 지구온난화 및 오존층파괴의 원인
- ② CO_2 와 SO_x 는 광화학스모그의 원인
- ③ NO_x 는 산성비 및 공기중 오존농도 증가의 원인
- ④ 열에너지로 부터 기계에너지로의 변환효율은 거의 100%에 가깝다.

107. 염화수소(HCl)가스의 합성에 있어서 폭발이 일어나지 않도록 주의하여야 할 사항이 아닌 것은?

- ① 공기와 같은 불활성 가스로 염소가스를 묶게 한다.
- ② 석영관, 자기과등 반응완화 촉매를 사용한다.
- ③ 생성된 염화수소 가스를 냉각 시킨다.
- ④ 수소가스를 과잉으로 사용하여 염소가스를 미반응 상태가 안되도록 한다.

108. 석유계 아세틸렌 제조법이 아닌 것은?

- ① 아크 분해법
- ② 부분 연소법
- ③ 저온 분유법
- ④ 수증기 분해법

109. 암모니아 산화법에 의한 질산 제조에서 백금-로듐(Pt-Rh) 촉매에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 백금(Pt) 단독으로 사용하는 것보다 수명이 60% 정도 연장된다.
- ② 촉매 독물질로서는 비소, 유황, 인, 규소 등의 화합물이다.
- ③ 백금에 로듐(Rh) 함량이 10%인 것이 2%인 것보다 전화율이 낮다.
- ④ 백금(Pt) 단독으로 사용하는 것보다 내열성이 강하다

110. 수평균 분자량이 100,000인 어떤 고분자 시료 1 g 과 수평균 분자량이 200,000인 같은 고분자 시료 2 g을 서로 섞으면 혼합시료의 수평균 분자량은?

- ① 0.5×10^5
- ② 0.667×10^5
- ③ 1.5×10^5
- ④ 1.667×10^5

111. 암모니아 합성은 고온고압하에서 이루어지며 촉매에 가장 적절한 온도를 설정하는 것이 중요하다. 이때의 온도조절 방식이 아닌 것은?

- ① 뜨거운 가스 혼합식
- ② 촉매층간 냉각 방식
- ③ 촉매층내 냉각방식
- ④ 열 교환식

112. H_2SO_4 60%, HNO_3 32%, H_2O 8%의 조성을 가진 혼합산 100kg을 벤젠으로 니트로화 할 때 그 중 질산이 화학양론적으로 전부 벤젠과 반응하였다면 DVS(Dehydration Value of Sulfuric acid) 값은?

- ① 2.50
- ② 3.50
- ③ 4.50
- ④ 5.50

113. 다음 중 연료전지에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 연료전지란 연료의 연소열을 직접 전기에너지로 변환하는 전지이다.
- ② 음극활성 물질로 H_2 , 저급탄화수소와 같은 기체, 알코올과 같은 액체를 사용한다.
- ③ 연료전지의 전해질로서 알칼리 수용액, 용융탄산염, 인산수용액 등을 사용한다.
- ④ 양극활성 물질로 hydrazine, Cl_2 와 같은 기체를 사용한다.

114. 나프탈렌을 고온(160°C)에서 H_2SO_4 과 반응시킨 후 알칼리 용융, 산처리하여 얻을 수 있는 주생성물은?

- ① α -나프톨 ② β -나프톨
③ α -나프탈렌 술폰산 ④ β -나프탈렌 술폰산

115. 탄화수소의 열분해를 방지하기 위하여 사용되는 증류법은?

- ① 상압증류 ② 감압증류
③ 가압증류 ④ 추출증류

116. 스티렌의 제조원료는?

- ① 에틸렌과 톨루엔 ② 에틸렌과 벤젠
③ 에틸렌과 클로로벤젠 ④ 프로필렌과 톨루엔

117. 오늘날 환경오염에 대한 심각성이 대두되면서 폐수처리나 유해가스를 효과적으로 처리할 수 있는 장치의 개발이 많이 요구되고 있다. 특히 값싸고 안전한 광촉매를 이용한 처리기술이 발달되고 있는데, 다음 중 광촉매로 많이 사용되고 있는 반도체 물질은?

- ① MgO ② CuO
③ TiO_2 ④ FeO

118. 인광석을 산분해하여 인산을 제조하는 방식 중 습식법에 해당하는 것이 아닌 것은?

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

119. 비스브레이킹(visbreaking)에 관한 설명중 옳지 않은 것은?

- ① 접촉분해시 코오크스화하는 것을 억제하는 전처리이다.
② 약 480℃, 수심기압하에서 실시된다.
③ 고체상태로 실시하는 완만한 열분해 법이다.
④ 접촉 분해로 원료유의 정도를 저하시킨다.

120. 요소비료의 제조방법 중 카바메이트 순환방식의 제조방법은?

- ① IG법 ② Inventa법
③ Du Pont법 ④ CCC법

전자문제집 CBT PC 버전 : www.comcbt.com

전자문제집 CBT 모바일 버전 : m.comcbt.com

기출문제 및 해설집 다운로드 : www.comcbt.com/x

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