

2022년04월24일년 화공기사 필기시험 기출문제 답안

【1과목 : 20문제】 공업합성	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	④	①	②	③	①	③	②	③	④	①
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	③	④	④	①	③	①	②	③	④	③
【2과목 : 20문제】 반응운전	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	③	①	④	①	①	③	②	④	②	④
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	④	③	①	②	③	①	①	④	②	④
【3과목 : 20문제】 단위공정관리	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	④	④	④	①	①	②	③	④	②	③
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	①	②	②	④	②	②	③	④	④	①
【4과목 : 20문제】 화공계측제어	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	②	④	④	④	③	②	②	④	①	②
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	②	③	②	①	③	④	①	③	③	④

전자문제집 CBT 홈페이지 : <https://www.cbtestpro.kr>

최신 수정 자료와 해설(오타 • 오답 • 규정변경)은 cbtestpro.kr 웹 및 앱에서 확인하세요.

기출문제의 저작권은 출제기관에 있습니다. cbtestpro.kr 및 관련 앱에서는 편집 및 재구성 작업만 하였음을 밝힙니다.



전자문제집 CBT

빠르고 효과적으로 배워 시험 합격을 노려라!



【1과목】 공업합성 (20문제)

1. 중과린산석회의 제법으로 가장 옳은 설명은?

- ① 인산을 암모니아로 처리한다.
- ② 과린산석회를 암모니아로 처리한다.
- ③ 칠레 초석을 황산으로 처리한다.
- ④ 인광석을 인산으로 처리한다.

2. 공업적인 HCl 제조방법에 해당하는 것은?

- ① 부생염산법
- ② Petersen Tower법
- ③ OPL법
- ④ Meyer법

3. 석회질소 비료에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 토양의 살균효과가 있다.
- ② 과린산석회, 암모늄염 등과의 배합비료로 적당하다.
- ③ 저장 중 이산화탄소, 물을 흡수하여 부피가 증가한다.
- ④ 분해 시 생성되는 디시안디아미드는 식물에 유해하다.

4. 석유정제에 사용되는 용제가 갖추어야 하는 조건이 아닌 것은?

- ① 선택성이 높아야 한다.
- ② 추출할 성분에 대한 용해도가 높아야 한다.
- ③ 용제의 비점과 추출성분의 비점의 차이가 적어야 한다.
- ④ 독성이나 장치에 대한 부식성이 적어야 한다.

5. 말레산 무수물을 벤젠의 공기산화법으로 제조하고자 할 때 사용되는 촉매는?

- ① V₂O₅
- ② PdCl₂
- ③ LiH₂PO₄
- ④ Si-Al₂O₃담체로 한 Nickel

6. 전류효율이 90%인 전해조에서 소금물을 전기분해하면 수산화 나트륨과 염소, 수소가 만들어진다. 매일 17.75ton의 염소가 부산물로 나온다면 수산화나트륨의 생산량(ton/day)은?

- ① 16
- ② 18
- ③ 20
- ④ 22

7. 초산과 에탄올을 산 촉매 하에서 반응시켜 에스테르와 물을 생성할 때, 물 분자의 산소원자의 출처는?

- ① 초산의 C=O
- ② 초산의 OH
- ③ 에탄올의 OH
- ④ 촉매에서 산소 도입

8. 암모니아 산화에 의한 질산제조 공정에서 사용되는 촉매에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 촉매로는 Pt에 Rh이나 Pd를 첨가하여 만든 백금계 촉매가 일반적으로 사용된다.
- ② 촉매는 단위 중량에 대한 표면적이 큰 것이 유리하다.
- ③ 촉매형상은 직경 0.2cm 이상의 선으로 망을 떠서 사용한다.
- ④ Rh는 가격이 비싸지만 강도, 촉매활성, 촉매손실을 개선하는데 효과가 있다.

9. 다음 중 옥탄가가 가장 낮은 가솔린은?

- ① 접촉개질 가솔린
- ② 알킬화 가솔린
- ③ 접촉분해 가솔린
- ④ 직류 가솔린

10. 열가소성 플라스틱에 해당하는 것은?

- ① ABS수지
- ② 규소수지
- ③ 에폭시수지
- ④ 알키드수지

11. 황산제조에 사용되는 원료가 아닌 것은?

- ① 황화철광
- ② 자류철광
- ③ 염화암모늄
- ④ 금속제련 폐가스

12. 650°C에서 작동하며 수소 또는 일산화탄소를 음극연료로 사용하는 연료전지는?

- ① 인산형 연료전지(PAFC)
- ② 알칼리형 연료전지(AFC)
- ③ 고체산화물 연료전지(SOFC)
- ④ 용융탄산염 연료전지(MCFC)

13. 반도체 제조과정 중에서 식각공정 후 행해지는 세정공정에 사용되는 piranha 용액의 주원료에 해당하는 것은?

- ① 질산, 암모니아
- ② 불산, 염화나트륨
- ③ 에탄올, 벤젠
- ④ 황산, 과산화수소

14. 폐수 내에 녹아있는 중금속 이온을 제거하는 방법이 아닌 것은?

- ① 열분해
- ② 이온교환수지를 이용하여 제거
- ③ pH를 조절하여 수산화물 형태로 침전제거
- ④ 전기화학적 방법을 이용한 전해 회수

15. LeBlanc법으로 100% HCl 3000kg을 제조하기 위한 85% 소금의 이론량(kg)은? (단, 각 원자의 원자량은 Na는 23 amu, Cl은 35.5 amu 이다.)

- ① 3636
- ② 4646
- ③ 5657
- ④ 6667

16. 레페(Reppe) 합성반응을 크게 4가지로 분류할 때 해당하지 않는 것은?

- ① 알킬화 반응
- ② 비닐화 반응
- ③ 고리화 반응
- ④ 카르보닐화 반응

17. 환경친화적인 생분해성 고분자로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 전분
- ② 폴릴이소프렌
- ③ 폴리카프로락톤
- ④ 지방족폴리에스테르

18. 염화수소 가스 42.3kg을 물 83kg에 흡수시켜 염산을 제조할 때 염산의 농도(wt%)는? (단, 염화수소 가스는 전량 물에 흡수된 것으로 한다.)

- ① 13.76
- ② 23.76
- ③ 33.76
- ④ 43.76

19. 일반적인 공정에서 에틸렌으로부터 얻는 제품이 아닌 것은?

- ① 에틸벤젠
- ② 아세트알데히드
- ③ 에탄올
- ④ 염화알릴

20. $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + 2kcal$ 반응에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 발열반응이다.
- ② 압력을 높이면 반응이 정방향으로 진행된다.
- ③ 온도를 높이면 반응이 정방향으로 진행된다.
- ④ 가역반응이다.

【2과목】 반응운전 (20문제)

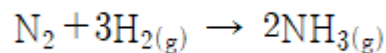
21. 평형상태에 대한 설명 중 옳은 것은?

- ① $(dG)_T.P = 1$ 이 성립한다.
- ② $(dG)_T.P > 0$ 가 성립한다.
- ③ $(dG)_T.P = 0$ 이 성립한다.
- ④ $(dG)_T.P < 0$ 가 성립한다.

22. 질소가 200atm, 250K로 채워져 있는 10L 기체저장탱크에 5L 진공용기를 두 탱크의 압력이 같아질 때까지 연결하였을 때, 기체저장탱크(T_{1f})와 진공용기(T_{2f})의 온도(K)는? (단, 질소는 이상기체이고, 탱크 밖으로 질소 또는 열의 손실을 완전히 무시할 수 있다고 가정하며, 질소의 정압열용량은 $7 \text{ cal/mol} \cdot K$ 이다.)

- ① $T_{1f} = 222.8, T_{2f} = 330.6$
- ② $T_{1f} = 222.8, T_{2f} = 133.3$
- ③ $T_{1f} = 133.3, T_{2f} = 330.6$
- ④ $T_{1f} = 133.3, T_{2f} = 222.8$

23. 3개의 기체 화학종(N_2, H_2, NH_3)으로 구성된 계에서 아래의 화학반응이 일어날 때 반응계의 자유도는?



- ① 0
- ② 1
- ③ 2
- ④ 3



전자문제집 CBT(Google Play) : [\[다운로드\]](#)

24. 기체의 평균 열용량($\langle C_P \rangle$)과 온도에 대한 2차 함수로 주어지는 열용량(C_P)과의 관계식으로 옳은 것은? (단, 열용량은 $\alpha + \beta T + \gamma T^2$ 로 주어지며, T_0 는 초기온도, T 는 최종온도, α, β, γ 는 물질의 고유상수를 의미한다.)

① $\int_{T_0}^T \frac{C_P}{R} dT = (T - T_0) \langle C_P \rangle$

② $\int_{T_0}^T \frac{C_P}{R} dT = (T + T_0) \langle C_P \rangle$

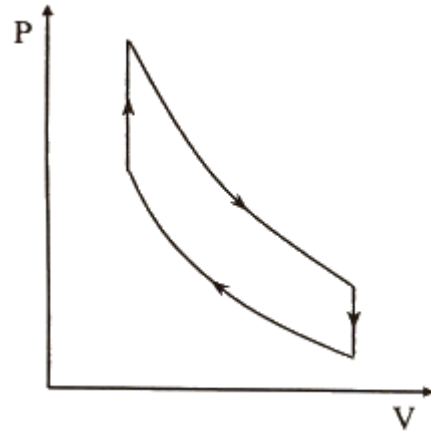
③ $\int_{T_0}^T \frac{C_P}{R} dT = \frac{\langle C_P \rangle}{T + T_0}$

④ $\int_{T_0}^T \frac{C_P}{R} dT = \frac{\langle C_P \rangle}{T - T_0}$

25. 에탄올과 톨루엔의 65°C에서의 P_x 선도는 선형성으로부터 충분히 큰 양(+)의 편차를 나타낸다. 이렇게 상당한 양의 편차를 지닐 때 분자간의 인력을 옳게 나타낸 것은?

- ① 같은 종류의 분자간의 인력 > 다른 종류의 분자간의 인력
② 같은 종류의 분자간의 인력 < 다른 종류의 분자간의 인력
③ 같은 종류의 분자간의 인력 = 다른 종류의 분자간의 인력
④ 같은 종류의 분자간의 인력 + 다른 종류의 분자간의 인력 = 0

26. 공기표준 오토사이클의 효율을 옳게 나타낸 식은? (단, a 는 압축비, γ 는 비열비(C_P/C_V)이다.)



① $1 - \left(\frac{1}{a}\right)^\gamma$

② $1 - a^\gamma$

③ $1 - \left(\frac{1}{a}\right)^{\gamma-1}$

④ $1 - a^{\gamma-1}$

27. 열역학적 성질에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 순수한 물질의 임계점보다 높은 온도와 압력에서는 상의 계면이 없어지며 한 개의 상을 이루게 된다.
② 동일한 이심인자를 갖는 모든 유체는 같은 온도, 같은 압력에서 거의 동일한 Z값을 가진다.
③ 비리얼(Virial) 상태방정식의 순수한 물질에 대한 비리얼 계수는 온도만의 함수이다.
④ 반데르 발스(Van der Waals) 상태방정식은 기/액 평형 상태에서 3개의 부피 해를 가진다.

28. 아세톤의 부피팽창계수(β)는 $1.487 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 등온압축계수(κ)는 $62 \times 10^{-6} \text{ atm}^{-1}$ 일 때, 아세톤을 정적하에서 20°C, 1atm부터 30°C까지 가열하였을 때 압력(atm)은? (단, β 와 κ 의 값은 항상 일정하다고 가정한다.)

① 12.1

② 24.1

③ 121

④ 241

29.

i성분의 부분 몰 성질(partial molar property; $\overline{M}_i$)을 바르게 나타낸 것은? (단, M은 열역학적 용량변수의 단위 몰 당 값, n_i 는 i성분 이외의 모든 몰 수를 일정하게 유지한다는 것을 의미한다.)

① $\overline{M}_i = \left[\frac{\partial(nM)}{\partial n_i} \right]_{nS, nP, n_j}$

② $\overline{M}_i = \left[\frac{\partial(nM)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j}$

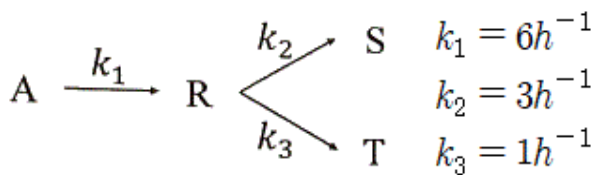
③ $\overline{M}_i = \left[\frac{\partial(nM)}{\partial n_i} \right]_{P, nV, n_j}$

④ $\overline{M}_i = \left[\frac{\partial(nM)}{\partial n_i} \right]_{T, nS, n_j}$

30. 푸개시티(Fugacity)에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① 일종의 세기(intensive properties) 성질이다.
- ② 이상기체 압력에 대응하는 실제기체의 상태량이다.
- ③ 순수기체의 경우 이상기체 압력에 푸개시티 계수를 곱하면 푸개시티가 된다.
- ④ 푸개시티는 압력만의 함수이다.

31. 반응물 A가 아래와 같이 반응하고, 이 반응이 회분식 반응기에서 진행될 때, R 물질의 최대 농도(mol/L)는? (단, 반응기에 A 물질만 1.0 mol/L로 공급하였다.)



- ① 0.111
- ② 0.222
- ③ 0.333
- ④ 0.444

32. $A \rightarrow P$ 비가역 1차 반응에서 A의 전화를 관련식을 옳게 나타낸 것은?

① $1 - \frac{N_{A0}}{N_A} = X_A$

② $1 - \frac{C_{A0}}{C_A} = X_A$

③ $N_A = N_{A0}(1 - X_A)$

④ $dX_A = \frac{dC_A}{C_{A0}}$

33. $A \rightarrow R \rightarrow S$ 인 균일계 액상반응에서 1단계는 2차 반응, 2단계는 1차 반응으로 진행된다. 이 반응의 목적 생성물이 R일 때, 다음 설명 중 옳은 것은?

- ① A의 농도를 높게 유지할수록 좋다.
- ② 반응온도를 높게 유지할수록 좋다.
- ③ A의 농도는 R의 수율과 직접 관계가 없다.
- ④ 혼합흐름 반응기가 플러그흐름 반응기보다 더 좋다.

34. 이상기체인 A와 B가 일정한 부피 및 온도의 반응기에서 반응이 일어날 때 반응물 A의 반응속도식($-r_A$)으로 옳은 것은? (단, P_A 는 A의 분압을 의미한다.)

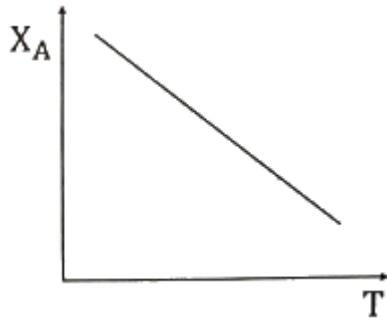
① $-r_A = -RT \frac{dP_A}{dt}$

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

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

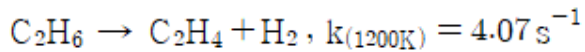
④ $-r_A = -\frac{RT}{V} \frac{dP_A}{dt}$

35. 반응물 A의 전하율(X_A)과 온도(T)에 대한 데이터가 아래와 같을 때 이 반응에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 반응은 단열상태에서 진행되었으며, H_R 은 반응의 엔탈피를 의미한다.)



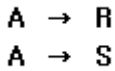
- ① 흡열반응, $\Delta H_R < 0$
- ② 발열반응, $\Delta H_R < 0$
- ③ 흡열반응, $\Delta H_R > 0$
- ④ 발열반응, $\Delta H_R > 0$

36. 다음 비가역 기초반응에 의하여 연간 2억 kg 에틸렌을 생산하는데 필요한 플러그흐름 반응기의 부피(m^3)는? (단, 공장은 24시간 가동하며, 압력은 8 atm, 온도는 1200K로 등온이며 압력강하는 무시하고, 전하율 90%로 반응한다.)



- ① 2.84
- ② 28.4
- ③ 42.8
- ④ 82.2

37. 반응물 A의 경쟁반응이 아래와 같을 때, 생성물 R의 순간 수율(ϕ_R)은?



① $\phi_R = \frac{dC_R}{-dC_A}$

② $\phi_R = \frac{dC_S}{dC_R}$

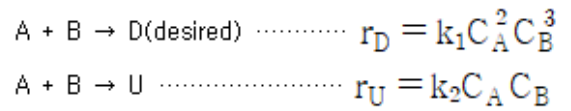
③ $\phi_R = \frac{dC_S}{dC_A}$

④ $\phi_R = \frac{dC_R}{-dC_S}$

38. 플러그흐름 반응기에서 비가역 2차반응에 의해 액체에 원료 A를 95%의 전하율로 반응시키고 있을 때, 동일한 반응기 1개를 추가로 직렬 연결하여 동일한 전하율을 얻기 위한 원료의 공급속도(F_{A0}')와 직렬 연결 전 공급속도(F_{A0})의 관계식으로 옳은 것은?

- ① $FA_0' = 0.5FA_0$
- ② $FA_0' = FA_0$
- ③ $FA_0' = \ln 2FA_0$
- ④ $FA_0' = 2FA_0$

39. A와 B의 병렬반응에서 목적생성물의 선택도를 향상시킬 수 있는 조건이 아닌 것은? (단, 반응은 등온에서 일어나며, 각 반응의 활성화에너지는 $E_1 < E_2$ 이다.)



- ① 높은 압력
- ② 높은 온도
- ③ 관형반응기
- ④ 반응물의 고농도

40. 혼합흐름 반응기의 다중 정상상태에 대한 설명 중 틀린 것은? (단, 반응은 1차 반응이며, $R(T)$ 와 $G(T)$ 는 각각 온도에 따른 제거된 열과 생성된 열을 의미한다.)

- ① $R(T)$ 의 그래프는 직선으로 나타낸다.
- ② 점화-소화곡선에서 도약이 일어나는 온도를 점화온도라 한다.
- ③ 유입온도가 점화온도 이상일 경우 상부 정상상태에서 운전이 가능하다.

④ $G(T) = -\Delta H_{RX} \cdot \tau A e^{-\frac{E}{RT}}$ 아주 높은 온도에서는 공식으로 축소해서 생성된 열을 구할 수 있다.

【3과목】 단위공정관리 (20문제)

41. 2개의 관을 연결할 때 사용되는 관 부속품이 아닌 것은?

- ① 유니온(union)
- ② 니플(nipple)
- ③ 소켓(socket)
- ④ 플러그(plug)

42. 절대습도가 0.02인 공기를 매분 50kg씩 건조기에 불어 넣어 젖은 목재를 건조시키려 한다. 건조기를 나오는 공기의 절대습도가 0.05일 때 목재에서 60kg의 수분을 제거하기 위한 건조시간(min)은?

- ① 20.0
- ② 20.4
- ③ 40.0
- ④ 40.8

43. 8% NaOH 용액을 18%로 농축하기 위해서 21°C 원액을 내부압이 417 mmHg인 증발기로 4540kg/h 질량 유속으로 보낼 때, 증발기의 총괄열전달계수($\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)는? (단, 증발기의 유효 전열 면적은 37.2m^2 , 8% NaOH 용액의 417 mmHg에서 비점은 88°C, 88°C에서의 물의 증발잠열은 547 kcal/kg, 가열증기온도는 110°C이며, 액체의 비열은 $0.92 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ 로 일정하다고 가정하고, 비점상승은 무시한다.)

- ① 860
- ② 1120
- ③ 1560
- ④ 2027

44. 건조장치의 선정에서 고려할 사항 중 가장 중요한 사항은?

- ① 습윤상태
- ② 화학포텐셜
- ③ 엔탈피
- ④ 반응속도

45. 분자량이 296.5인 어떤 유체 A의 20°C에서의 점도를 측정하기 위해 Ostwald 점도계를 사용하여 측정한 결과가 아래와 같을 때, A 유체의 점도(P)는?

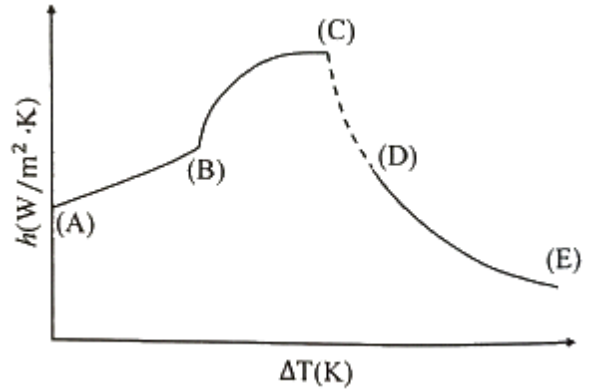
측정결과		
유체종류	통과시간	밀도(g/cm^3)
증류수	10 s	0.9982
A	2.5 min	0.8790

- ① 0.13
- ② 0.17
- ③ 0.25
- ④ 2.17

46. HETP에 대한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① Height Equivalent to a Theoretical Plate를 말한다.
- ② HETP의 값이 1m보다 클 때 단의 효율이 좋다.
- ③ (충전탑의 높이 : Z)/(이론 단위수 : N)이다.
- ④ 탑의 한 이상단과 똑같은 작용을 하는 충전탑의 높이이다.

47. 1atm에서 물이 끓을 때 온도 구배(ΔT)와 열 전달계수(h)와의 관계를 표시한 아래의 그래프에서 핵비등(Nucleate boiling)에 해당하는 구간은?



- ① A-B
- ② A-C
- ③ B-C
- ④ D-E

48. 확산에 의한 분리 조작이 아닌 것은?

- ① 증류
- ② 추출
- ③ 건조
- ④ 여과

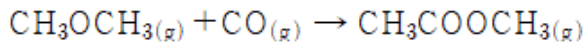
49. 레이놀즈수가 300인 유체가 흐르고 있는 내경이 2.5cm 관에 마노메타를 설치하고자 할 때, 관 입구로부터 마노메타까지의 최소 적정거리(m)는?

- ① 0.158
- ② 0.375
- ③ 1.58
- ④ 3.75

50. 증류에 대한 설명으로 가장 거리가 먼 것은? (단, q는 공급원료 1몰을 원료 공급단에 넣었을 때 그 중 탈거부로 내려가는 액체의 몰수이다.)

- ① 최소한류비일 경우 이론단수는 무한대로 된다.
- ② 포종(bubble-cap)을 사용하면 기액접촉의 효과가 좋다.
- ③ McCabe-Thiele법에서 q값은 증기 원료일 때 0보다 크다.
- ④ Ponchon-Savarit법은 엔탈피-농도 도표와 관계가 있다.

51. Methyl acetate가 아래의 반응식과 같이 고압축매 반응에 의하여 합성될 때 이 반응의 표준 반응열(kcal/mol)은? (단, 표준 연소열은 $\text{CO}_{(g)}$ - 67.6 kcal/mol, $\text{CH}_3\text{OCH}_3_{(g)}$ -348.8 kcal/mol, $\text{CH}_3\text{COOCH}_3_{(g)}$ -397.5 kcal/mol 이다.)



- ① -18.9
- ② +28.9
- ③ -614
- ④ +814

52. 기체 A 30vol%와 기체 B 70vol% 기체 혼합물에서 기체 B의 일부가 흡수탑에서 산에 흡수되어 제거된다. 이 흡수탑을 나가는 기체 혼합물 조성에서 기체 A가 80vol%이고 흡수탑을 들어가는 혼합기체가 100mol/h 라 할 때, 기체 B의 흡수량(mol/h)은?

- ① 52.5
- ② 62.5
- ③ 72.5
- ④ 82.5

53. 각기 반대 방향의 시속 90km로 운전중인 질량이 10ton인 트럭과 2.5ton인 승용차가 정면으로 충돌하여 두 차가 모두 정지하였을 때, 충돌로 인한 운동에너지의 변화량(J)은?

- ① 0
- ② 3.9×10^6
- ③ 4.3×10^6
- ④ 5.1×10^6

54. 순환(recycle)과 우회(bypass)에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 순환은 공정을 거쳐 나온 흐름의 일부를 원료로 함께 공정에 공급한다.
- ② 우회는 원료의 일부를 공정을 거치지 않고, 그 공정에서 나오는 흐름과 합류시킨다.
- ③ 순환과 우회 조작은 연속적인 공정에서 행한다.
- ④ 우회와 순환 조작에 의한 조성의 변화는 같다.

55. 일산화탄소 분자의 온도에 대한 열용량(C_p)이 아래와 같을 때, 500°C와 1000°C 사이의 평균열용량(cal/mol·°C)은?

$$C_p = 6.935 + 6.77 \times 10^{-4}T + 1.3 \times 10^{-7}T^2$$

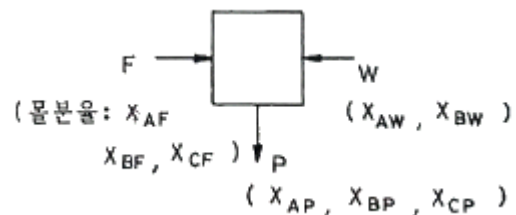
단위 : $C_p = \text{cal/mol} \cdot ^\circ\text{C}$
 $T = ^\circ\text{C}$

- ① 0.7518
- ② 7.518
- ③ 37.59
- ④ 375.9

56. 60°C에서 NaHCO_3 포화수용액 10000kg을 20°C로 냉각할 때 석출되는 NaHCO_3 의 양(kg)은? (단, NaHCO_3 의 용해도는 60°C에서 16.4g NaHCO_3 /100g H_2O 이고, 20°C에서 9.6g NaHCO_3 /100g H_2O 이다.)

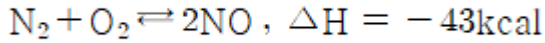
- ① 682
- ② 584
- ③ 485
- ④ 276

57. 그림과 같은 공정에서 물질수지도를 작성하려면 측정해야 할 최소한의 변수(자유도)는? (단, A, B, C는 성분을 나타내고 F 흐름은 3성분계, W 흐름은 2성분계, P 흐름은 3성분계이다.)



- ① 3
- ② 4
- ③ 5
- ④ 6

58. 질소와 산소의 반응과 반응열이 아래와 같을 때, NO 1mol 의 분해열(kcal)은?



- ① -21.5
- ② -43
- ③ +43
- ④ +21.5

59. 연료를 완전 연소시키기 위해 이론상 필요한 공기량을 A_0 , 실제 공급한 공기량을 A라고 할 때, 과잉공기 %를 옳게 나타낸 것은?

- ① $\frac{A_0}{A} \times 100$
- ② $\frac{A}{A_0} \times 100$
- ③ $\frac{A - A_0}{A} \times 100$
- ④ $\frac{A - A_0}{A_0} \times 100$

60. 지하 220m 깊이에서부터 지하수를 양수하여 20m 높이에 가 설된 물탱크에 15kg/s의 양으로 물을 올릴 때, 위치 에너지의 증가량(J/s)은?

- ① 35280
- ② 3600
- ③ 3250
- ④ 205

【4과목】 화공계측제어 (20문제)

61. 공정 $G(s) = \frac{1}{(s+1)^4}$ 에 대한 PI제어기를 Ziegler-Nichols법으로 튜닝한 것은?

- ① $K_c = 0.5, \tau_I = 2.8$
- ② $K_c = 1.8, \tau_I = 5.2$
- ③ $K_c = 2.5, \tau_I = 6.8$
- ④ $K_c = 2.5, \tau_I = 2.8$

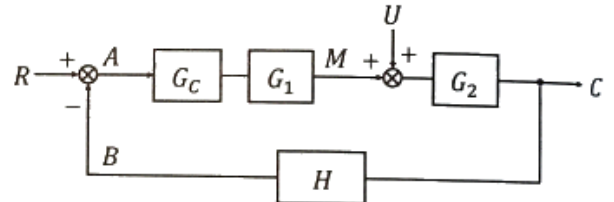
62. $\frac{2}{10s+1}$ 로 표현되는 공정 A와 $\frac{4}{5s+1}$ 로 표현되는 공정 B에 같은 크기의 계단입력이 가해졌을 때 다음 설명 중 옳은 것은?

- ① 공정 A가 더 빠르게 정상상태에 도달한다.
- ② 공정 B가 더 진동이 심한 응답을 보인다.
- ③ 공정 A가 더 진동이 심한 응답을 보인다.
- ④ 공정 B가 더 큰 최종 응답 변화 값을 가진다.

63. 연속 입출력 흐름과 내부 가열기가 있는 저장조의 온도제어 방법 중 공정제어 개념이라고 볼 수 없는 것은?

- ① 유입되는 흐름의 유량을 측정하여 저장조의 가열량을 조절한다.
- ② 유입되는 흐름의 온도를 측정하여 저장조의 가열량을 조절한다.
- ③ 유출되는 흐름의 온도를 측정하여 저장조의 가열량을 조절한다.
- ④ 저장조의 크기를 증가시켜 유입되는 흐름의 온도 영향을 줄인다.

64. 다음과 같은 블록선도에서 Bode 시스템 안정도 판단에 사용되는 개방회로 전달함수는?



- ① C/R
- ② C/U
- ③ G_1G_2U
- ④ GcG_1G_2H

65. Smith predictor는 어떠한 공정문제를 보상하기 위하여 사용되는가?

- ① 역응답
- ② 공정의 비선형
- ③ 지연시간
- ④ 공정의 상호간섭

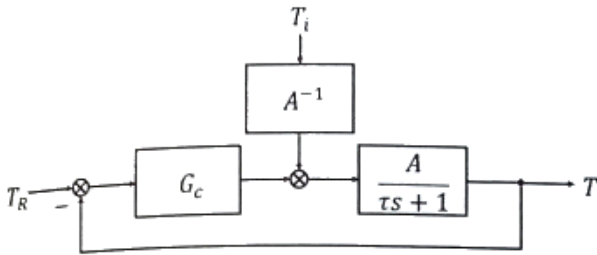
66. 동일한 2개의 1차계가 상호작용 없이(non interacting) 직렬 연결 되어 있는 계는 다음 중 어느 경우의 2차계와 같아지는가? (단, ξ 는 감쇠계수(damping coefficient) 이다.)

- ① $\xi > 1$
- ② $\xi = 1$
- ③ $\xi < 1$
- ④ $\xi = \infty$

67. 특성방정식의 근 중 하나가 복소평면의 우측반평면에 존재하면 이 계의 안정성은?

- ① 안정하다.
- ② 불안정하다.
- ③ 초기는 불안정하다 점진적으로 안정해진다.
- ④ 주어진 조건으로는 판단할 수 없다.

68. 블록선도에서 servo problem인 경우 proportional control($G_c = K_c$)의 offset은? (단, $T_R(t) = U(t)$ 인 단위계단신 호이다.)



- ① 0
- ② $\frac{1}{1 - AK_c}$
- ③ $-\frac{1}{1 + AK_c}$
- ④ $\frac{1}{1 + AK_c}$

69. 운전자의 눈을 가린 후 도로에 대한 자세한 정보를 주고 운전을 시킨다면 이는 어느 공정제어 기법이라고 볼 수 있는가?

- ① 앞먹임제어
- ② 비례제어
- ③ 뒤먹임제어
- ④ 분산제어

70. 동적계(Dynamic System)를 전달함수로 표현하는 경우를 옳 게 설명한 것은?

- ① 선형계의 동특성을 전달함수로 표현할 수 없다.
- ② 비선형계를 선형화하고 전달함수로 표현하면 비선형 동 특성을 근사할 수 있다.
- ③ 비선형계를 선형화하고 전달함수로 표현하면 비선형 동 특성을 정확히 표현할 수 있다.
- ④ 비선형계의 동특성을 선형화하지 않아도 전달함수로 표 현할 수 있다.

71. 어떤 계의 단위계단 응답이 아래와 같을 때, 이 계의 단위충격응 답(impulse resonse)은?

$$Y(t) = 1 - \left(1 + \frac{t}{\tau}\right)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

- ① $\frac{t}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$
- ② $\frac{t}{\tau^2}e^{-\frac{t}{\tau}}$
- ③ $\left(1 + \frac{t}{\tau}\right)e^{-\frac{t}{\tau}}$
- ④ $\left(1 - \frac{t}{\tau}\right)e^{-\frac{t}{\tau}}$

72. 특성방정식에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 주어진 계의 특성방정식의 근이 모두 복소평면의 왼쪽 반 평면에 놓이면 계는 안정하다.
- Routh test에서 주어진 계의 특성방정식이 Routh
- ② array의 처음 열의 모든 요소가 0 이 아닌 양의 값이면 주 어진 계는 안정하다.
- ③ 주어진 계의 특성방정식이 $S^4 + 3S^3 - 4S^2 + 7 = 0$ 일 때 이 계는 안정하다.
- ④ 특성방정식이 $S^3 + 2S^2 + 2S + 40 = 0$ 인 계에는 양의 실 수부를 가지는 2개의 근이 있다.

73. 초기상태 공정입출력이 0이고 정상상태일 때, 어떤 선형 공정에 계단 입력 $u(t) = 1$ 을 입력했더니, 출력 $y(t)$ 는 각각 $y(1) = 0.1$, $y(2) = 0.2$, $y(3) = 0.4$ 이었다. 입력 $u(t) = 0.5$ 를 입력할 때 각각의 출력은?

- ① $y(1) = 0.1, y(2) = 0.2, y(3) = 0.4$
- ② $y(1) = 0.05, y(2) = 0.1, y(3) = 0.2$
- ③ $y(1) = 0.1, y(2) = 0.3, y(3) = 0.7$
- ④ $y(1) = 0.2, y(2) = 0.4, y(3) = 0.8$

74. $\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$ 일 때, 최종치 정리를 옳게 나타낸 것은?

- ① $\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot F(s)$
- ② $\lim_{t \rightarrow 0} f(t) = \lim_{s \rightarrow \infty} s \cdot F(s)$
- ③ $\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow \infty} s \cdot F(s)$
- ④ $\lim_{t \rightarrow 0} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot F(s)$

75. 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

76. 복사에 의한 열전달 식은 $q = \sigma AT^4$ 으로 표현된다. 정상상태에서 $T = T_s$ 일 때 이 식을 선형화하면? (단, σ 와 A 는 상수이다.)

- ① $\sigma A(T - T_s)$
- ② $\sigma AT_s^4(T - T_s)$
- ③ $3\sigma AT_s^3(T - T_s)^2$
- ④ $4\sigma AT_s^3(T - 0.75T_s)$

77. 비례제어기를 사용하는 어떤 제어계의 폐루프 전달함수는

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{0.6}{0.2s + 1}$$

이다. 이 계의 설정치 X 에 단위 계단 변화를 주었을 때 offset 은?

- ① 0.4
- ② 0.5
- ③ 0.6
- ④ 0.8

78. 나뉘어 운영되고 있던 두 공정을 한 구역으로 통합하여 운영할 때의 경제성을 평가하고자 한다. $\Delta T_{\min} = 20^\circ\text{C}$ 로 하여 최대 열교환을 하고, 추가로 필요한 열량은 수증기나 냉각수로 공급한다고 할 때, 필요한 유틸리티와 그 에너지량은? (단, 필요에 따라 Stream은 split 할 수 있으며, T_s 와 T_t 는 해당 Stream의 유입온도와 유출온도를 의미한다.)

Area A			
Stream	$T_s(^{\circ}\text{C})$	$T_t(^{\circ}\text{C})$	$C_P(\text{kW/K})$
1	190	110	20.0
2	90	170	10.0

Area B			
Stream	$T_s(^{\circ}\text{C})$	$T_t(^{\circ}\text{C})$	$C_P(\text{kW/K})$
3	140	50	10.0

- ① 냉각수, 10kW
- ② 냉각수, 30kW
- ③ 수증기, 10kW
- ④ 수증기, 30kW

79. 공정유체 10m^3 를 담고 있는 완전혼합이 일어나는 탱크에 성분 A를 포함한 공정유체가 $1\text{m}^3/\text{h}$ 로 유입되며 또한 동일한 유량으로 배출되고 있다. 공정유체와 함께 유입되는 성분 A의 농도가 1시간을 주기로 평균치를 중심으로 진폭 0.3mol/L 로 진동하며 변한다고 할 때 배출되는 A의 농도변화 진폭(mol/L)은?

- ① 0.5
- ② 0.05
- ③ 0.005
- ④ 0.0005

80. 제어밸브(Control valve)를 나타낸 것은?

