

1과목 : 화공열역학

1. 다음 내연기관 cycle 중 같은 여건에서 그 열역학적 효율이 가장 큰 것은?

- ① Carnot cycle      ② otto cycle  
③ Diesel cycle      ④ Sabathe cycle

2. 다음 중 평형(Equilibrium)에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① 평형은 변화가 전혀 없는 상태이다.  
② 평형을 이루는데 필요한 독립변수의 수는 깁스 상률 (Gibbs Phase Rule)에 의하여 구할 수 있다.  
③ 기-액 상평형에서 단일 성분일 경우에는 온도가 결정되면 압력은 자동으로 결정이 된다.  
④ 여러 개의 상이 평형을 이룰 때 각 상의 화학퍼텐셜은 모두 같다.

3. 이상기체가 일정온도에서 가역적으로 팽창할 경우 Helmholtz 자유에너지(A)와 Gibbs자유에너지(G)의 변화에 관하여 다음 중 옳은 것은?

- ①  $dA > dG$       ②  $dA < dG$   
③  $dA = -dG$       ④  $dA = dG$

4. 화학반응이 일어날 수 있는 조건은 다음 중 어느 것인가?

- ①  $\Delta G^\circ$  가 커다란 부(-)의 값을 가질 때  
②  $\Delta H^\circ$  가 커다란 부(-)의 값을 가질 때  
③  $\Delta S^\circ$  가 커다란 부(-)의 값을 가질 때  
④  $\Delta U^\circ$  가 커다란 부(-)의 값을 가질 때

5. P-H선도에서 등엔트로피선의 경사(Slope)에 해당하는 식은?

- ①  $\left(\frac{\partial P}{\partial H}\right)_S = \frac{1}{V}$       ②  $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_S = \frac{1}{V}$   
③  $\left(\frac{\partial P}{\partial H}\right)_S = -\frac{1}{V}$       ④  $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_S = -\frac{1}{V}$

6. 비리얼 방정식(virial equation),  $Z = 1 + B'P$ 로 표시할 수 있는 기체를 등온, 가역과정으로 압력  $P_1$ 으로 부터  $P_2$ 까지 변화시킬 때 필요한 일의 양을 바르게 나타낸 식은?

- ①  $W = RT \ln \frac{P_1}{P_2}$   
②  $W = RT \ln \frac{P_1}{P_2} + B'P$   
③  $W = RT \ln \frac{P_1}{P_2} + B'RT$   
④  $W = 1 + RT \ln \frac{P_1}{P_2}$

7. 압축인자(compressibility factor)인 Z를 표현하는 비리얼 전

개(Virial expansion)는 다음과 같다.

$$Z = \frac{PV}{RT} = 1 + \frac{B}{V} + \frac{C}{V^2} + \frac{D}{V^3} + \dots$$

(여기에서 B, C, D 등은 비리얼계수 들이다.) 이에 관한 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 비리얼 계수들은 실제기체의 분자상호간의 작용 때문에 나타나는 것이다.  
② 비리얼 계수들은 주어진 기체에서 온도 및 압력에 관계 없이 일정한 값을 나타낸다.  
③ 이상기체의 경우 압축인자의 값은 항상 1 이다.

④  $\frac{B}{V}$  항은  $\frac{C}{V^2}$  항에 비해 언제나 값이 크다.

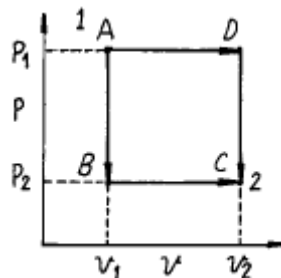
8. 50kg의 강철주물(비열 0.12kcal/kg℃)이 600℃로 가열되었다. 이것을 25℃의 기름(비열 0.6kcal/kg℃) 200kg중에 집어 넣었다. 주위와 온도는 단열되었으며, 주물의 최종온도는 52.4℃였다. 전체 엔트로피 변화는 얼마인가?

- ① 4.63kcal/K      ② 5.92kcal/K  
③ 10.56kcal/K      ④ 16.48kcal/K

9. 액화공정에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 일정 압력 하에서 열교환에 의해 기체는 액화될 수 있다.  
② 등엔탈피 팽창을 하는 조름과정(throttling process)에 의하여 기체를 액화시킬 수 있다.  
③ 기체는 터빈에서 등엔트로피 압축에 의하여 액화 된다.  
④ Linde공정과 Claude공정이 대표적인 액화공정이다.

10. 상태 1( $P_1V_1$ )에서 상태 2( $P_2V_2$ )로 변화하는데 두가지 경로를 거쳐 변화할 수 있다.



- ①  $[\Delta H]_{(-)} = 2[\Delta H]_{(-)}$   
②  $[\Delta H]_{(-)} = 2[\Delta H]_{(-)}$   
③  $[\Delta H]_{(-)} = 3[\Delta H]_{(-)}$   
④  $[\Delta H]_{(-)} = [\Delta H]_{(-)}$

11. 가역단열과정(Reversible adiabatic process)의 특징을 옳게 표현한 것은? (단, H=엔탈피, G=깁스 자유에너지, U=내부 에너지, S=엔트로피 이다)

- ①  $dH = 0$       ②  $dG = 0$   
③  $dU = 0$       ④  $dS = 0$

12. van der Waals식으로 맞는 것은?

- ①  $(P + a/V^2)(V + b) = RT$

- ②  $(P - a/V^2)(V + b) = RT$   
 ③  $(P + a/V^2)(V - b) = RT$   
 ④  $(P - a/V^2)(V - b) = RT$

13. 다음의 방정식 중 틀린 것은?(단, 여기서 H : 엔탈피, Q : 열량, P : 압력, V : 부피, F : 자유에너지, S : 엔트로피, W : 일이다.)

- ①  $H = Q - PV$       ②  $F = H - TS$   
 ③  $S = \int dQ/T$       ④  $W = \int PdV$

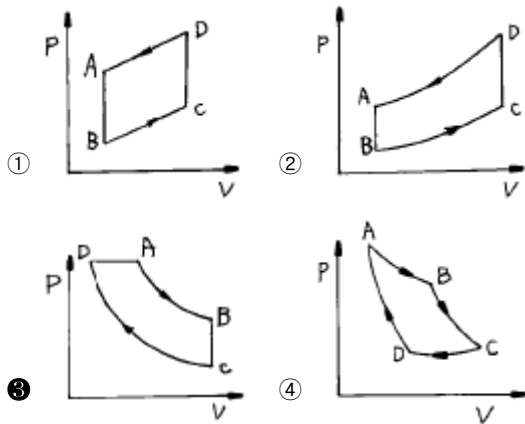
14. 역행응축(retrograde condensation) 현상을 가장 유용하게 쓸 수 있는 경우는?

- ① 천연가스 채굴시 동력없이 많은 양의 액화 천연가스를 얻는다.  
 ② 기체를 임계점에서 응축시켜 순수성분을 분리시킨다.  
 ③ 고체 혼합물을 기체화시킨후 다시 응축시켜 비휘발성 물질만을 얻는다.  
 ④ 냉동의 효율을 높이고 냉동제의 증발잠열을 최대로 이용한다.

15. 공기 1kg이 온도가 300K에서 500K로 증가하고, 압력이 400kPa에서 200kPa로 감소하였을 때 엔트로피의 변화는? (단, 공기의 정압비열은 1.0035kJ/kgK, 가스상수 R은 0.287kJ/kgK이다.)

- ① 0.4115kJ/K      ② 0.5115kJ/K  
 ③ 0.6115kJ/K      ④ 0.7115kJ/K

16. Diesel-cycle의 P-V도표는?



17. 가역과정과 관계되는 것은 어느 것인가?

- ① 마찰  
 ② 유한한 온도간격을 거쳐 일어나는 열이동  
 ③ 모든 요소를 각기 원상태로 완전히 돌려 보낼수 있다  
 ④ 낮은 압력에 대하여 제어(制禦)없이 일어나는 팽창

18. 다음 초임계유체(Super critical fluid) 영역에 관한 특징 중 옳바르지 않은 것은?

- ① 초임계유체 영역에서는 가열해도 온도는 증가하지 않는다.  
 ② 초임계유체 영역에서는 액상이 존재하지 않는다.  
 ③ 초임계유체 영역에서는 액체와 증기사이의 계면이 없다.  
 ④ 초임계유체 영역에서는 액체의 밀도와 증기의 밀도가 같아 진다.

19. 과잉깁스에너지(G)와 과잉엔탈피(H) 및 과잉엔트로피(S)의 부호에 대한 설명중 맞는 것은?

- ① H > 0 이고 S < 0 이면 G < 0 이다.  
 ② H < 0 이고 S > 0 이면 G > 0 이다.  
 ③ H < 0 이고 S > 0 이면 G < 0 이다.  
 ④ H > 0 이고 S > 0 이면 G > 0 이다.

20. Cp=25kJ/molK인 이상기체가 잘 단열된 긴 모세관 안을 기계적인 일의 변화없이 흐르고 있다. 이 때 들어가는 기체는 300K, 2bar이고 나갈 때의 압력은 1 bar라고 할 때 나가는 기체의 온도는?

- ① 150K      ② 200K  
 ③ 300K      ④ 600K

## 2과목 : 화학공업양론

21. 정상상태로 흐르는 어떤 유체의 유로가 갑자기 확대되었을 때의 변화가 아닌 것은?

- ① 유량      ② 유속  
 ③ 압력      ④ 유동단면적

22. 메탄이 수증기와 반응하여 일산화탄소와 수소가 정상적으로 생성된다. 반응물(25몰 %메탄)의 몰유속은 20mol/hr이고, 수소의 생성속도가 6mol/hr일 때 미반응 메탄이 배출되는 몰유속(mol/hr)은? (단, 메탄의 소비속도는 2mol/hr이다.)

- ① 3      ② 5  
 ③ 7      ④ 9

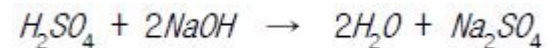
23. 물질의 상이 바뀔 때 흡수하거나 방출하는 열을 무엇이라고 하는가?

- ① 잠열      ② 현열  
 ③ 반응열      ④ 흡수열

24. Kay의 규칙에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 의임계변수는 각성분의 몰조성과 무관하다.  
 ② 의임계변수를 이용하여 실제기체 특성을 결정한다.  
 ③ 환산조건을 이용하여 평균압축계수를 결정한다.  
 ④ 실제기체 혼합물의 특성을 추산하는 규칙이다.

25. 비이커에 0.175M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액 35ml가 들어 있다. 이 화산과 완전히 반응하는데 0.25M NaOH 용액 몇 ml이 필요한가?



- ① 29ml      ② 39ml  
 ③ 49ml      ④ 59ml

26. 농도가 5.0%인 소금수용액 1kg을 1.0%인 소금수용액으로 희석하여 3.0%인 수용액을 만들고자 할 때 필요한 1.0% 수용액의 질량[kg]은 얼마인가?

- ① 1.0      ② 1.2  
 ③ 1.4      ④ 1.6

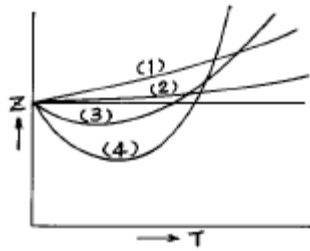
27. 1wt% NaCl의 용액을 농도가 5wt% NaCl용액이 될 때까지 증발시켰다. 원용액의 물 중 몇 wt%의 물이 증발하였는가?

- ① 20.8                      ② 78.2  
 ③ 80.8                      ④ 92.4

28. 이상기체에서 정압열용량( $C_p$ )과 정용열용량( $C_v$ )의 관계중 맞는 것은? (단, R은 기체상수이다.)

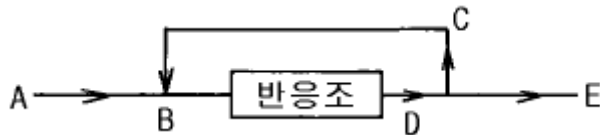
- ①  $\hat{C}_p \cdot \hat{C}_v = R^{\frac{1}{2}}$                       ②  $\hat{C}_p - \hat{C}_v = R^{\frac{1}{2}}$   
 ③  $\hat{C}_p / \hat{C}_v = R$                       ④  $\hat{C}_p = \hat{C}_v + R$

29. 실제기체의 Compressibility factor를 나타내는 그림이다 이 들 기체 중에서 분자간 인력이 가장 큰 기체는?



- ① (1)                      ② (2)  
 ③ (3)                      ④ (4)

30. 그림과 같은 순환조작에서 A,B,C,D,E의 각 흐름의 조성 관계는?



- ①  $A = B = C$                       ②  $C = D = E$   
 ③  $A = B = D$                       ④  $A = B = E$

31. 정상상태의 설명 중 맞는 것은?

- ① 계를 지배하는 변수들이 시간변화에 무관 할 때의 상태이다.  
 ② 계를 지배하는 변수들이 위치변화에 무관 할 때의 상태이다.  
 ③ 가역변화시에만 도달할 수 있는 상태이다.  
 ④ 소멸항이 있으면 항상 도달할 수 없는 상태이다.

32. 프로판( $C_3H_8$ ) 132kg을 연소하여 얻어지는  $CO_2$ 의 양은 얼마인가?

- ① 196kg                      ② 296kg  
 ③ 396kg                      ④ 496kg

33. 25℃의 물 30kg, 0℃의 얼음 15kg, 140℃, 15psia수증기 15kg을 완전히 단열된 회분식 공정을 통해서 혼합했을 때, 최종온도를 계산하기 위한 에너지 수지식으로 알맞는 것은?(단, 첨자 s는 수증기, w는 물, f는 최종혼합물, t1은 초기온도, t2은 최종온도를 나타낸다.)

- ①  $60W_{t2}^{f} = 15W_{st1} - 30W_{wt1} - 15W_{it1}$   
 ②  $60W_{t1}^{f} = 30W_{st2} - 15W_{it2} - 15W_{wt2}$   
 ③  $15W_{t2}^{f} - (30W_{st1} - 15W_{it1}) = 0$   
 ④  $60W_{t2}^{f} - (30W_{st1} + 15W_{it1} + 15W_{wt1}) = 0$

34. 물의 삼중점에 대한 설명중 틀린 것은?

- ① 세 상이 상평형을 이루는 유일한 조건이다.  
 ② 세 상의 평형은 각기 압력과 온도고정으로 유지된다.  
 ③ 세 상의 평형은 압력 또는 온도고정으로 유지된다.  
 ④ 세 상의 평형은 시강변수의 독립고정으로 유지된다.

35.  $N_2O_4$ 는 다음과 같이 해리 한다.  $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$  만약 500mL의 플라스크에 4.0g의  $N_2O_4$ 를 넣고 50℃에서 해리시켜 평형에 도달하였을 때 전압이 3.63atm이었다. 이 때 해리도( $\alpha$ )는 얼마인가?

- ① 약 27.5%                      ② 약 37.5%  
 ③ 약 47.5%                      ④ 약 57.5%

36. 반응열의 계산을  $\Delta \hat{U}_r(T) = \Delta \hat{H}_r(T) - \Delta nRT$ 로 쓸 수 있는 조건이 아닌 것은?(단, U:내부에너지, H:엔탈피, R:기체상수, T:온도)

- ① 반응이 정압상태에서 진행할 때  
 ② 이상기체 특성을 가질 때  
 ③ 고체, 액체의 비체적은 기체에 비해 무시  
 ④  $\Delta \hat{U}_r(T)$ 는  $U_{products} - U_{reactants}$ 로 한정반응에서 사용

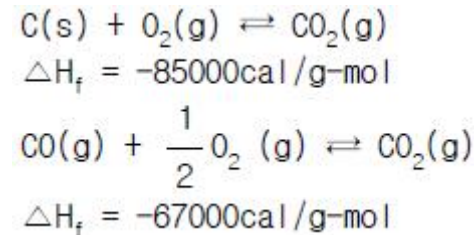
37. 다음 중 SI기본단위가 아닌 것은?

- ① N (newton)                      ② J (joule)  
 ③ cm (centimeter)                      ④ kg (kilogram)

38. 실제기체 혼합물에 사용할 수 없는 식은 어느 것인가?

- ① Amagat의 법칙                      ② 압축인자 상태 방정식  
 ③ Kay의 법칙                      ④ Virial상태 방정식

39. 다음 화학반응식을 이용하여  $CO(g)$ 의 생성열 계산하면 얼마인가?



- ① 18.9 kcal/g-mol                      ② -18.0 kcal/g-mol  
 ③ 152.0 kcal/g-mol                      ④ -152.0 kcal/g-mol

40. 이상기체에 대한 열역학적 특성 함수식이 아닌 것은?

- ①  $PV=RT$                       ②  $\left( \frac{\partial u}{\partial v} \right)_T = 0$   
 ③  $\left( \frac{\partial C_p}{\partial p} \right)_T = 0$                       ④  $\left( \frac{\partial C_v}{\partial v} \right)_p = 0$

3과목 : 단위조작

41. 건조 조작에서 재료의 임계(critical)함수율이란?

- ① 건조속도 0 일 때 함수율

- ② 감율 건조가 끝나는 때의 함수율
- ③ 항율 단계에서 감율 단계로 바뀌는 함수율
- ④ 건조 조작이 끝나는 함수율

42. 증발관의 열원으로 수증기를 이용하는 이유로 적당치 않은 것은?

- ① 다중 효율 증발을 할 수 있다.
- ② 폐증기를 이용할 수 있다.
- ③ 열 전달 계수가 작다.
- ④ 국부적인 과열의 염려가 없다.

43. 2중관 열교환기에서 12℃의 지하수를 75℃까지 가열하기 위해서 100℃의 폐수증기( $\lambda = 539\text{kJ/kg}$ )를 50kg/hr로 열교환기에 보내면 75℃의 물은 얼마를 얻을 수 있겠는가? (단, 가열 폐수수증기는 40℃로 냉각되어 나온다.)

- ① 276.3kg/hr
- ② 356.5kg/hr
- ③ 475.4kg/hr
- ④ 627.6kg/hr

44. 초미분쇄기(ultrafine grinder)인 유체-에너지 밀(mill)의 기본 원리는?

- ① 절단
- ② 압축
- ③ 충격
- ④ 마멸

45. 환류가 있는 증류탑에서 전환류(total - Reflux)의 조건하에서 일어날 수 없는 것은 어느 것인가?

- ① 탑위 제품의 유출이 없다.
- ② 탑밑 제품의 유출이 없다.
- ③ 증류탑의 탑경이 가장 최소이다.
- ④ 최소의 이상단을 갖는다.

46. 관 직경(D), 유체의 밀도( $\rho$ ), 정압비열( $C_p$ ), 점도( $\mu$ ), 질량 속도(G), 열전도도(k), 열전달계수(h)라 할 때 무차원이 되지 않는 것은?

- ①  $\frac{h}{C_p G}$
- ②  $\frac{C_p \mu}{k}$
- ③  $\frac{h}{\rho C_p}$
- ④  $\frac{h D}{k}$

47. 열전달에서 사용되는 무차원수 중에서 자연대류 열전달에 사용되는 무차원 수는?

- ①  $N_{sh}$ (셔우드수)
- ②  $N_{sc}$ (슈미트수)
- ③  $N_{Re}$ (레이놀즈수)
- ④  $N_{Gr}$ (그라쇼프수)

48. 다공질매체에서의 액체의 흐름에 대해 이용되는 Darcy 법칙을 가장 잘 나타낸 것은?

- ① 유량은 압력강하와 유체점도에 비례한다.
- ② 유량은 압력강하에 반비례하고 유체점도에 비례한다.
- ③ 유량은 압력강하에 비례하고 유체점도에 반비례한다.
- ④ 유량은 압력강하와 유체점도에 반비례한다.

49. Hagen - Poiseuille equation 이 성립하기 위한 유체의 흐름에 대한 조건이 아닌 것은?

- ① 완전 발달 흐름(fully developed flow)이어야 한다.
- ② 비압축성 유체이어야 한다.

③ 수평관을 통하여 흐르는 유체에 대한 식이다.

④ 층류 또는 난류에 관계 없이 뉴턴유체(Newtonian fluid)에 적용되는 식이다.

50. 탑에는 정류부 및 탈거부에 관한 2개의 조작선이 있는데, 조작선의 기울기의 크기를 옳게 나타낸 것은?

- ① 정류부와 탈거부는 항상 1보다 크다.
- ② 정류부와 탈거부는 항상 1보다 작다.
- ③ 정류부는 항상 1보다 크고, 탈거부는 항상 1보다 작다.
- ④ 정류부는 항상 1보다 작고, 탈거부는 항상 1보다 크다.

51. 404K의 스팀이 내경 2.09cm, 외경 2.67cm의 관내를 흐른다. 내부 및 외부의 열전달 계수가 각각  $5,680\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,  $22.7\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ 일 경우 관길이 1m 당의 열전달 속도는? (단, 관의 열전도도는  $42.9\text{W/m} \cdot \text{K}$ 이며, 관 외부온도는 294K이다.)

- ① 208W
- ② 21W
- ③ 2080W
- ④ 0.2W

52. 기체흡수탑에서 경막은 어떤 곳에서는 두꺼워지고 어떤 곳에서는 얇아져서 액체가 작은 물줄기로 모여 국지경로를 따라 충전물을 통해 흐르는 것을 편류(channelling)라 하는데, 다음 중 보통 크기의 탑에서 편류를 최소화하는 방법은?

- ① 탑 지름을 충전물 지름의 4배 이하로 한다.
- ② 탑 지름을 충전물 지름의 5배가 되게 한다.
- ③ 탑 지름을 충전물 지름의 6 ~ 7배가 되게 한다.
- ④ 탑 지름을 충전물 지름의 8배 이상으로 한다.

53. 온도에 민감하여 증발하는 동안 손상되기 쉬운 의약품을 농축하는 방법으로 적당한 것은?

- ① 가열시간을 증가시킨다.
- ② 증기공간의 절대압력을 낮춘다.
- ③ 가열온도를 높인다.
- ④ 열전도도가 높은 재질을 쓴다.

54. 충전탑의 높이 설계시 이용되는 것으로 거리가 먼 것은?

- ① McCabe-Thiele법
- ② 평형선과 조작선
- ③ 용량계수
- ④ 이론단의 상당높이

55. 증류탑에서 증기유량(V), 탑상제품유량(D) 및 환류액의 질량 유량(L) 인 경우 환류비에 대해 잘못 표현된 식은?

- ①  $R_D = \frac{L}{D}$
- ②  $R_D = \frac{V}{(V-D)}$
- ③  $R_V = \frac{L}{V}$
- ④  $R_V = \frac{L}{(L+D)}$

56. 흑체간의 복사열전달은 다음 식으로 표현될 수 있다.

$$q_{1 \leftrightarrow 2} = (E_{b1} - E_{b2}) A \left[ \frac{1}{A_1} \int_{A_1} \int_{A_2} \frac{\cos \theta_1 \cos \theta_2 dA_2 dA_1}{\pi r^2} \right]$$

여기서 괄호( [ ] )안의 항을 시각인자(view factor)라 부르는데 이에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 시각인자는 온도에 무관하며 전적으로 기하학적이다.
- ② 상호작용관계인  $A_1 F_{12} = A_2 F_{21}$  이 항상 성립한다.
- ③ 막힌 공간에 대해서  $F_{11} + F_{12} + F_{13} + \dots < 1$  이다.
- ④ 시각인자  $F_{12}$  는 흑체  $A_1$  을 떠나는 복사량과 흑체  $A_2$  에



도달하는 양의 비로서 정의되며, 1.0을 넘을 수 없다.

57. 전이길이(Transition length)에 대한 가장 옳은 설명은?

- ① 층류와 난류 사이의 거리를 말한다.
- ② 파이프의 입구에서부터 완전발달 흐름이 될 때까지의 거리를 말한다.
- ③ 층류로 흐르던 유체가 전이흐름 상태에 도달하기까지 걸리는 거리를 말한다.
- ④ 유체의 흐름에 상관없이 전단응력이 작용하지 않는 지점까지의 거리이다.

58. 평면 판에서 유동 경계층(hydrodynamic boundary layer)과 열 경계층 (thermal boundary layer) 이 같아질 때 프란틀수 (prandtl No.) 는 어떤 값을 취하는가?

- ① 100
- ②  $\infty$
- ③ 0
- ④ 1

59. 병류다단추출에서 20kg의 아세트알데히드와 10kg의 아세톤으로 이루어진 용액을 20℃의 물 80kg으로 추출한다. 이 온도에서 추출액과 추잔액의 평형관계는  $y=2.3x$ 이다. 1회 추출에서 얻어지는 아세트알데히드의 양은?

- ① 19.24kg
- ② 18.97kg
- ③ 17.78kg
- ④ 16.44kg

60. 다음 중 층류(laminar flow)와 관계가 먼 것은?(단,  $L_t$ = 전이 길이,  $Re$ = 레이놀즈수,  $D$  = 관경,  $h$ = 열전달계수,  $K$  = 열전도도,  $Pr$  = 프란틀수,  $\bar{U}$ = 유속)

- ①  $L_t = 0.05Re(D)$
- ②  $hD/k = 0.023(Re)^{0.8}(Pr)^{0.4}$
- ③  $\bar{U} = \frac{1}{2} U_{max}$
- ④  $Re = 2100$  이하

#### 4과목 : 반응공학

61. 체적이 일정한 회분식반응기에서 기체반응이 일어날 때 화학반응속도식은?

- ①  $-r_i = (P/RT)dP_i/dt$
- ②  $r_i = (1/RT)dP_i/dt$
- ③  $-r_i = (P/RT)dC_i/dt$
- ④  $r_i = (P/RT)dC_i/dt$

62. 화학 반응의 온도의존성을 설명하는 이론 중 관계가 없는 것은?

- ① 아레니우스(Arrhenius)법칙
- ② 전이상태이론
- ③ 분자 충돌 이론
- ④ 볼츠만(Boltzmann)법칙

63. 균일계 비가역 1차 직렬반응,  $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$  이 회분식 반응기에서 일어날 때, 반응시간에 따르는 A의 농도 변화를 바르게 나타낸 식은?

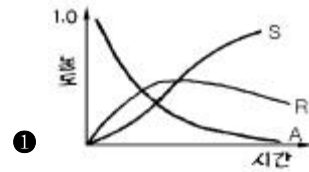
- ①  $C_A = C_{A0} e^{-(k_1+k_2)t}$

$$\textcircled{2} C_A = C_{A0} e^{-k_1 t}$$

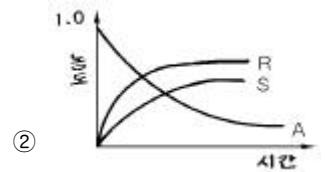
$$\textcircled{3} C_A = C_{A0} e^{-k_2 t}$$

$$\textcircled{4} C_A = C_{A0} \frac{k_1}{k_2 - k_1} e^{-k_1 t}$$

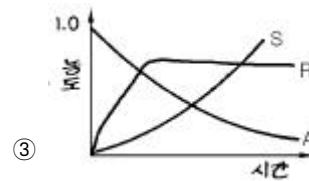
64. 직렬반응  $A \rightarrow R \rightarrow S$  의 각 단계에서 반응속도 정수가 같으면 혼합류 반응기내의 각 물질의 농도는 반응시간에 따라서 다음 중 어느 그래프처럼 변화 하는가?



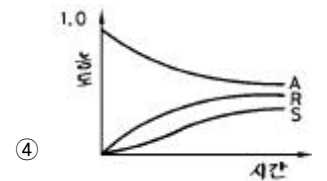
①



②



③



④

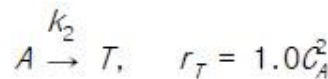
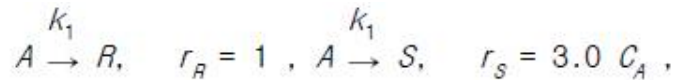
65. 1차 비가역 반응을 시키기 위해 관형반응기를 사용했을 때 공간속도가 3000/hr 이었으며, 이 때 전효율은 40% 이었다. 만일 전효율이 80% 로 되었다면 공간속도는 얼마겠는가?

- ① 752/hr
- ② 852/hr
- ③ 952/hr
- ④ 1052/hr

66. n차 반응에 대한 반응속도 상수 k의 차원은?

- ① (시간) $^{-n}$ (농도) $^{-1}$
- ② (시간) $^{-1}$ (농도) $^{-n}$
- ③ (시간) $^{-1}$ (농도) $^{1-n}$
- ④ (시간) $^{-1-n}$ (농도) $^{-1}$

67. 반응물 A가 다음의 평행 반응으로 혼합 흐름 반응기에서 반응한다.



이 반응에서 순간적인 수득분율의 최대값은 얼마인가? (이 때, S는 목적하는 생성물, R과 T는 목적하지 않는 생성물이다.)

- ① 0.5
- ② 0.6
- ③ 0.7
- ④ 0.8

68. 혼합흐름 반응기와 플러그 흐름 반응기에서 단일 반응으로 나타낼 때 다음 설명 중 틀린 것은?

- ① 반응 속도식이 증가할 경우 혼합흐름 반응기와 플러그 흐름반응기의 크기는 같게 한다.
- ② 반응종의 밀도 변화는 설계에 영향을 준다. 그러나 이는 흐름 유형과 밀접한 관계가 있다.
- ③ 특정한 작업과 양의 반응차수에 대하여 혼합흐름 반응기의 크기는 항상 플러그 흐름 반응기 보다 크다.
- ④ 전효율이 클 때는 부피비가 급격히 증가하므로 큰 범위

의 전화율인 경우 흐름 유형과 밀접한 관계가 있다

69. 그림과 같이 관형 반응기들이 연결되어 작동하고 있을 때 동일한 전화율을 얻기 위해서는 두 갈래로 갈리는 원료속도의 비를 어떻게 조절하여야 하는가?



- ①  $F_D : F_E = 3 : 1$       ②  $F_D : F_E = 1.5 : 1$   
 ③  $F_D : F_E = 2 : 1$       ④  $F_D : F_E = 4 : 1$
70. 반응속도식이 1차 반응인 반응물 A를 공간시간(space time)이 같은 다음 여러 반응기에서 반응을 진행시킬 때 가장 유리한 반응기는 어느 것인가?
- ① 이상 혼합 반응기(ideal mixed flow reactor)  
 ② 이상 관형 반응기(plug flow reactor)  
 ③ 이상 관형 반응기와 이상 혼합 반응기의 직렬 연결  
 ④ 전화율에 따라 다르다.

71. 일반적으로 가스 - 가스 반응을 뜻 할 때 옳은 것은?

- ① 균일계 반응과 불균일계 반응의 중간 반응  
 ② 균일계 반응  
 ③ 불균일계 반응  
 ④ 균일계 반응과 불균일계 반응의 혼합

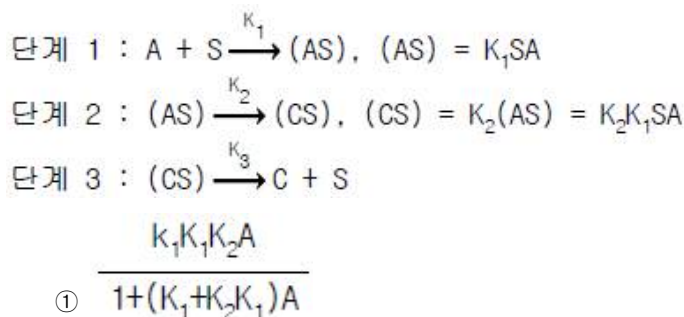
72. 어떤 액상 비가역 1차 반응에서 1000sec 동안에 반응물의 반이 분해되었다. 반응물이 처음 농도의 1/10 이 될 때까지의 시간은?

- ① 33초      ② 1600초  
 ③ 3340초      ④ 340초

73. 연속반응  $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ ,  $k_1$ ,  $k_2$  에서 무차원농도 ( $C_R/C_{A0}$ )를 무차원반응속도상수(dimensionless reaction rate group,  $k_1t$ )나 전화율( $X_A$ )의 함수로 도시(plot)할 때 개변수(parameter)는?

- ①  $k_1k_2$       ②  $k_2/k_1$   
 ③  $k_1/(k_2 - k_1)$       ④  $k_2/(k_1 + k_2)$

74.  $A \rightarrow C$  의 촉매반응이 아래와 같은 단계로 이루어 진다. 탈착반응이 율속단계일 때 Langmuir Hinshelwood모델의 반응속도식으로 맞는 것은? (A:반응물, S:활성점, AS :흡착 중간체를 뜻한다.)



②  $r_3 = \frac{k_3K_1K_2A}{1+(K_1+K_2K_1)A}$   
 ③  $r_3 = \frac{k_1k_2K_1K_2A}{1+(K_1+K_2K_1)A}$   
 ④  $r_3 = \frac{k_1k_3K_1K_2A}{1+(K_1+K_2K_1)A}$

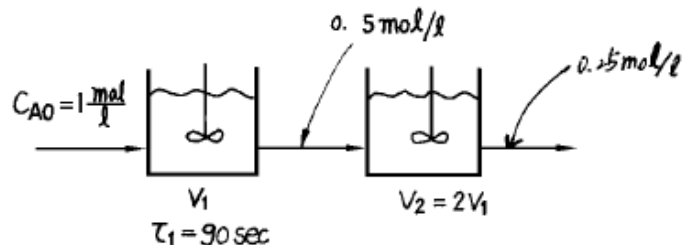
75. 다음은 촉매 반응에 있어서 기공(pore)의 저항이 반응속도에 미치는 정도를 표시한 것이다. 기공저항을 무시해도 좋다고 표시된 항은? (단, L은 촉매의 길이, De 유효 확산 계수, CA는 농도이다)

①  $\frac{(-r_A) \phi b s L^2}{De C_{Ag}} > 1$   
 ②  $\frac{(-r_A) \phi b s L^2}{De C_{Ag}} = 1$   
 ③  $\frac{(-r_A) \phi b s L^2}{De C_{Ag}} \rightarrow \infty$   
 ④  $\frac{(-r_A) \phi b s L^2}{De C_{Ag}} < 1$

76. 가역적 원소반응  $A + B \rightleftharpoons R + S$  에서  $+r_R = k_1C_AC_B$  이고  $-r_R = K_2C_RC_S$  라면 이 반응의 평형정수  $K_C$  는 어느 것인가?

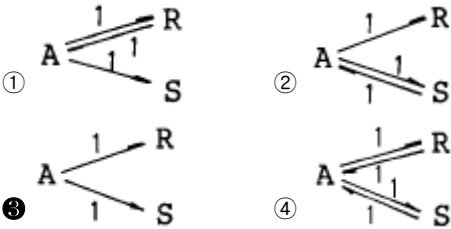
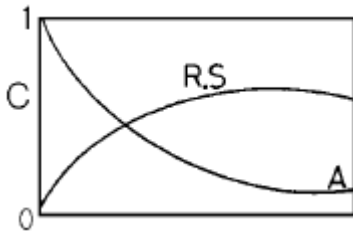
- ①  $k_2/k_1$       ②  $k_1/k_2$   
 ③  $1/k_1k_2$       ④  $k_1k_2$

77. 액상 반응을 연구하기 위해 다음과 같이 CSTR 반응기를 연결하였다. 이 반응의 반응 차수는?



- ① 1      ② 1.5  
 ③ 2      ④ 2.5

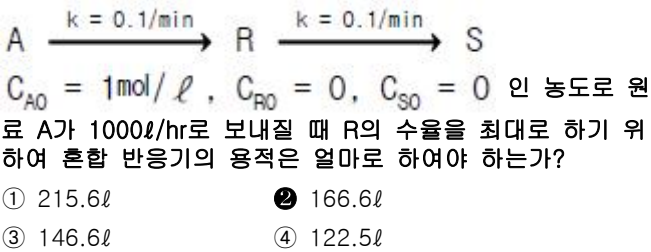
78. 다음 그림은 기초가역 평행반응(Elementary reversible)parallel reaction)의 농도 대 시간 관계의 도시이다. 옳게 나타낸 것은?



79. 체적이 일정한 회분식 반응기에서 1차 가역반응  $A \xrightleftharpoons[k_1]{k_2} R$  이 순수 A로부터 출발하여 진행된다. 평형에 도달했을때 A의 분해율이 85%이면 이 반응의 평형상수  $K_c$ 는 얼마인가? (단, A의 초기농도는  $0.1 \text{ mol/l}$  였다.)

- ① 0.57                      ② 5.67  
 ③ 1.76                      ④ 0.18

80. 적당한 조건하에서 A를 다음과 같이 분해한다.



5과목 : 공정제어

81. 다음 중에서 싸인 응답(Sinusoidal Response)이 위상인도(Phase lead)를 나타낸 것은?

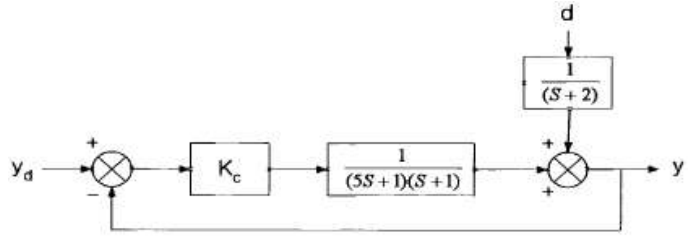
- ① P 제어기                      ② PI 제어기  
 ③ PD 제어기                      ④ 수송 래그(Transportation lag)

82. 라플라스 함수  $\frac{2(s+2)}{(s^2+9s+20)(s+4)}$  로 표현되는 함수는 시간이 충분히 흐르면 어떤 응답을 보이는가?

- ① 진동없이 매끄럽게 수렴한다.  
 ② 진동하면서 수렴한다.  
 ③ 진동없이 매끄럽게 발산한다.  
 ④ 진동하면서 발산한다.

83. 다음과 같이 주어지는 Block선도에서 설정점(set point)은

일정하게 유지되어 있는 상태에서 외란  $d = \frac{1 - e^{-3s}}{s}$  이 시스템에 가해 졌을 경우, 잔류편차(offset)는 얼마가 되는가?



- ① 0                              ② 0.2  
 ③ 0.5                              ④ 1.0

84. 주파수 응답을 이용하여 선형계의 안정성을 판정하고자 할 때, 안정성을 나타낸 선형계는?

- ① 주파수를 크게 함에 따라 응답이 빨라져 계가 불안정 해진다.  
 ② 응답의 주파수는 입력의 주파수보다 작아지므로 계가 안정하게 된다.  
 ③ 응답의 주파수는 입력의 주파수보다 커지므로 계가 안정하게 된다.  
 ④ 응답의 주파수는 입력의 주파수와 같다.

85. 공정제어(Process Control)의 범주에 들지 않는 것은?

- ① 전력량을 조절하여 가열로의 온도를 원하는 온도로 유지시킨다.  
 ② 폐수처리장의 미생물의 양을 조절함으로써 유출수의 독성을 격감시킨다.  
 ③ 증류탑 (Distillation Column)의 탑상농도 (Top Concentration)를 원하는 값으로 유지시키기 위하여 무엇을 조절할 것인가를 결정한다.  
 ④ 열효율을 극대화 시키기 위해 열교환기의 배치를 다시한다.

86. 연속적으로 가스가 들어오고 나가는 임시 가스 저장 탱크에서, 압력 변화를 제어하기 위한 목적으로 공정을 모델링하고자 한다. 저장탱크에 들어오는 가스유량(시간당들어오는 몰(mole)량)을  $q_i$ , 나가는 가스유량을  $q$  라고 나타낼 경우 저장탱크내의 압력변화를 나타내는 모델 식은 어느 것인가? (단, 가스는 이상기체로 가정하며, 저장탱크의 부피는  $V$ , 압력은  $P$ , 이상기체상수는  $R$ 로 나타낸다. )

①  $\frac{dP}{dt} = \frac{V}{RT(q_i - q)}$   
 ②  $\frac{dP}{dt} = \frac{V}{RT} (q_i - q)$   
 ③  $\frac{dP}{dt} = \frac{RT}{V(q_i - q)}$   
 ④  $\frac{dP}{dt} = \frac{RT}{V} (q_i - q)$

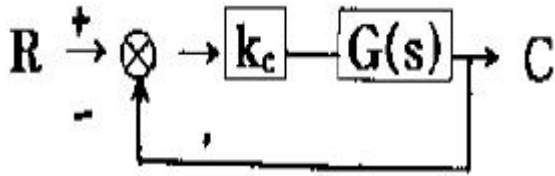
87. 사람이 차를 운전하는 경우 우회전하는 것을 공정제어계와 비교해 볼 때 최종 제어 요소에 해당된다고 볼 수 있는 것은?

- ① 사람의 눈                      ② 사람의 머리  
 ③ 사람의 손                      ④ 사람의 귀

88. 제어계의 특성방정식의 근(극점)이 양의 실수값을 가질 때, 시스템이 나타내는 특성으로 바르게 기술한 것은?

- ① 시스템은 안정하며, 응답은 진동하면서 감소한다.
- ② 시스템은 불안정하며, 응답은 진동하면서 증가한다.
- ③ 시스템은 안정하며, 응답은 기하급수적으로 감소한다.
- ④ 시스템은 불안정하며, 응답은 기하급수적으로 증가한다.

89. 이차시간지연계  $G(s) = \frac{2\exp(-s)}{(10s+1)(5s+1)}$  를 비례제어기(Proportional (P) Controller)를 사용하여 제어할 때 단위계단형 설정치 변화 (Unit Step Set Change)에 대해 정상상태의 출력값은 얼마인가?(단, 비례제어기의 이득(gain)은 1.0 이다.)



- ① 2/3                      ② 1/3
- ③ 1                        ④ 0

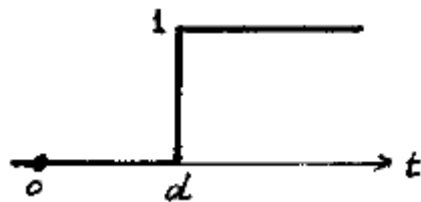
90. 공정의 동적거동 형태 중 역응답(inverse response)이란?

- 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

91. 다음 설명 중 맞는 것은?

- ① 1차계의 경우 주파수 응답에 대한 phase angle은  $\phi = \tan^{-1}(\tau \omega)$ 이다.
- ② 2차계에서  $\xi < 0.707$ 일 때  $(AR)_{\max} = \sqrt{1-2\xi^2}/\tau$ 이다.
- ③ Bode 안정성 판별에서 입력의 주파수  $\omega$ 에 대해 open-loop 주파수 응답이  $AR > 1, \phi < 180^\circ$  일때 계는 안정하다.
- ④ 대개의 경우 gain margin이 1.7보다 크고 phase margin은  $30^\circ$  보다 크게 선택한다.

92. 그림과 같은 단위계단함수의 Laplace 변환은?

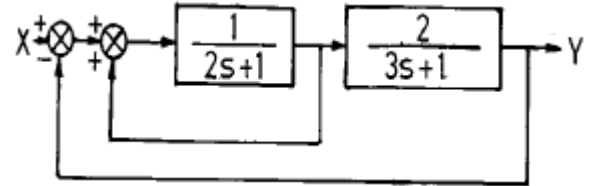


- ①  $\frac{1}{s-d}$                       ②  $\frac{e^{-ds}}{s}$
- ③  $\frac{d}{s}$                         ④  $se^{-ds}$

93. 제어계에서 에러(error)라 함은? (단, 설정치:set point, 출력치:output, 입력치:input)

- ① 설정치와 출력치의 차
- ② 입력치와 출력치의 차
- ③ 입력치와 피드백 측정치의 차
- ④ 설정치와 피드백 측정치의 차

94. 아래의 그림과 같은 계의 총괄전달 함수는?



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

95. 공정제어(process control)의 제어량이 아닌 것은?

- ① 온도                      ② 물체의 위치
- ③ 수위                      ④ 유량

96. 안정성 판정을 실험하기 위한 계단응답 실험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 물탱크에 들어가는 물의 밸브를 갑자기 더 열어 유량을 증가시킨다.
- ② 실험 비이커에 반응물을 주사기를 통해 주입한다.
- ③ 증류탑에 들어가는 유체를 가열기를 통과시켜 온도를 더 높인다.
- ④ 연소기에 들어가는 공기량을 정량 압축기의 속도를 높여 더 들어가게 한다.

97. 시간상수 0.1min을 갖는 수온온도계가 수조에 놓여져 있다. 이 때 수조온도가 사인파로 변화함에 있어서 그의 주파수는  $10/\pi$  cycle/min이었다. 이러한 사인파 입력에 대한 출력 응답(T(t))는 어떻게 되는가?

- ①  $T(t) = \frac{1}{\sqrt{5}} \sin(t-63.5^\circ)$
- ②  $T(t) = \frac{1}{\sqrt{5}} \sin(2t-63.5^\circ)$



$$T(t) = \frac{1}{\sqrt{3}} \sin(t-63.5^\circ)$$

③

$$T(t) = \frac{1}{\sqrt{3}} \sin(2t-63.5^\circ)$$

④

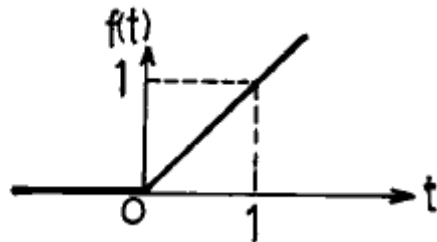
98.  $G(s) = \frac{3}{s^2+2s+K_c}$  에서 단위계단응답이 임계감쇄가 되기 위한 조건은?

- ①  $K_c = 1$                       ②  $K_c = 2$   
 ③  $K_c = 3$                       ④  $K_c = 4$

99. 바람직한 제어 시스템과 가장 거리가 먼 것은?

- ① 공정출력이 진동을 안하는 것보다는 하는 것이 바람직하다.  
 ② 설정치(set point)변화를 공정출력이 빨리 따라가야 한다.  
 ③ 외란(disturbance)에 의한 공정출력의 영향이 최소화 되어야 한다.  
 ④ 측정 노이즈(measurement noise)에 강건해야 한다.

100. 그림에서 라플라스 변환은?



- ①  $\frac{1}{s}$                       ②  $\frac{1}{s^2}$   
 ③  $\frac{1}{s+a}$                       ④  $\frac{2}{s^3}$

6과목 : 화학공업개론

101. 아디프산과 헥사메틸렌 디아민을 원료로 하여 제조되는 물질은?

- ① 나일론 6                      ② 나일론 66  
 ③ 나일론 11                      ④ 나일론 12

102. 다음 분자량 측정방법중 중량평균 분자량이 얻어지는 것은?

- ① 말단기 정량법                      ② 삼투압법  
 ③ 광산란법                      ④ 비점상승법

103. 아세트알데히드는 **Höchst-Wacker** 법을 이용하여 에틸렌으로부터 얻어질 수 있다. 이 때 사용되는 촉매는 무엇인가?

- ① 제올라이트                      ② NaOH  
 ③  $PdCl_2$                       ④  $FeCl_3$

104. 일정한 압력 하에서 반응이 일어날 때 계의 반응열을 열역학적 용어로 무엇이라고 하는가?

- ① 자유에너지                      ② 엔트로피  
 ③ 잠열                      ④ 엔탈피

105. 석유의 증류나 전화과정에서 포함되는 불순물을 제거하는 방법이 아닌 것은?

- ① 용제추출                      ② 스위트닝  
 ③ 수소화정제                      ④ 비스브레이킹

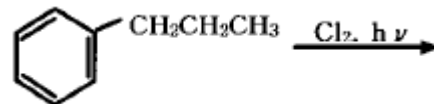
106. 다음 물질중 중합 개시제는?

- ① 아조비스이소부틸니트릴(azobisisobutylnitrile)  
 ② 부틸라우릴프탈레이트(butyl lauryl phthalate)  
 ③ 클로로트리플루오르에틸렌(Chlorotrifluoroethylene)  
 ④ 디메틸 테레프탈레이트(dimethylterephthalate)

107. 암모니아 합성에 있어서 CO가스의 전화과정에서 아래와 같은 조성의 A,B 두 가스를 사용할 때 A가스 100에 대하여 B가스를 얼마의 비로 혼합하면 암모니아 합성원료로 적합할 수 있는가? (단,CO전화 반응효율은 100%로 가정)

	H <sub>2</sub> (g)	CO(g)	CO <sub>2</sub> (g)	N <sub>2</sub> (g)
A 가스	50	38	12	-
B 가스	40	20	-	40

- ① 147                      ② 157  
 ③ 167                      ④ 177



108. 위 반응에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 라디칼 반응이다.  
 ② α -탄소에서 할로겐화가 일어난다.  
 ③ 모노할로겐화물은  $ClC_6H_4CH_2CH_2CH_3$ 이다.  
 ④  $C_6H_5CCl_2CH_2CH_2CH_3$ 와 같은 디할로겐화물이 얻어진다.

109. 격막식 수산화나트륨 전해조에서 양극재료는?

- ① 흑연                      ② 철망  
 ③ 니켈                      ④ 다공성 구리

110. 연실법 황산제조 공정에서는 질소 산화물 공급에  $HNO_3$ 를 사용하기도 한다. 36%  $HNO_3$  20kg으로부터 NO 몇 kg을 발생할 수 있는가?

- ① 3.4                      ② 3.0  
 ③ 2.2                      ④ 1.1

111. 반도체공정 중 감광되지 않은 부분을 선택적으로 제거하는 공정을 무엇이라하는가?

- ① 에칭                      ② 조립  
 ③ 박막형성                      ④ 리소그래피

112. 초산과 메탄올을 산촉매하에서 반응시키면 에스테르와 물

- 이 생성된다. 물의 산소원자는 어디에서 왔는가?
- ① 초산의 CO                      ② 초산의 OH  
③ 초산의 CO나 OH              ④ 메탄올의 OH
113. 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
114. 다음 중 탄화수소를 원료하여 수소를 제조하는 방법이 아닌 것은?
- ① 열개질법                      ② 접촉개질법  
③ 부분산화법                  ④ 워터가스법
115. 암모니아 산화반응시 촉매로 가장 많이 쓰이는 것은?
- ① Pt                              ② Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
③ Pt - Rh                      ④ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
116. 다음 중 Friedel - Crafts 반응에 사용하지 않는 것은?
- ① CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>                  ② (CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O  
③ CH<sub>3</sub>CH = CH<sub>2</sub>              ④ CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Cl
117. 에틸알코올과 브롬화칼륨을 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 존재하에서 반응시키면 생성되는 주생성물은?
- ① C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Br                      ② C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OBr  
③ C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Br                      ④ C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>
118. 합성염산을 제조할 때는 폭발의 위험이 있으므로 주의해야 한다. 다음은 염산합성시 폭발을 방지하는 방법이다. 틀린 설명은?
- ① 공기와 같은 가스로서 Cl<sub>2</sub>를 묶게한다.  
② 석영과 자기과등 반응완화 촉매를 사용한다.  
③ H<sub>2</sub>를 과잉으로 넣어 연쇄 반응을 연결시키는 Cl<sub>2</sub>를 미 반응 상태로 남지 않도록 한다.  
④ 생성된 HCl을 빨리 제거하여 화재를 방지한다.
119. 물 72kg에 HCl 가스 36.5kg을 용해 시켰을 때 이 HCl의 농도는?
- ① 43.64%                      ② 33.64%  
③ 23.64%                      ④ 13.64%
120. 아세틸렌에 어느 것을 작용시키면 염화비닐이 생성되나?
- ① HCl                            ② NaCl  
③ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>                      ④ HOCl

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