

편입화학 실전문의고사 4회 해설

1. 산과 염기 역적정 : ⑤

강산과 강염기가 중화하면 $H^+ : OH^- = 1 : 1$ 이므로 황산(H_2SO_4) 농도를 x M라고 하면 반응하는 수소 이온(H^+) 수는 $x \times 20.0 \times 2 + 0.10 \times 10.0$ 이고, 수산화 이온(OH^-) 수는 0.10×30.0 이다. 용액의 부피가 mL이므로 이온 수는 단위가 mmol이다. $40x + 1 = 3$ 이므로 $x = \frac{1}{20}$ M이다.

2. 배수 비례 법칙 해석 : ⑤

산화물 A, B에서 황 일정량에 대한 산소의 질량비는 산소 질량을 황의 질량으로 나누어 계산하므로 $\frac{16}{16} : \frac{48}{32} = 2 : 3$ 이다.

3. 연소 분석 : ③

탄소가 불완전 연소하면 그을음(C)이나 일산화탄소(CO)가 생성되는데, 이것들을 검출하는 화합물은 없다. 소다 석회는 수분과 이산화 탄소 모두 검출할 수 있고, 염화 칼슘은 수분만 흡수할 수 있으며 P_4O_{10} 은 염화 칼슘을 대체할 수 있다. 석회수를 사용하면 이산화 탄소를 검출할 수 있지만, 발생하는 수분 때문에 오차가 발생할 수 있다.

4. 보어의 수소 원자 모형 : ③

보어의 수소 원자 모형은 핵 바깥에 불연속적인 에너지 준위를 가지는 전자 껍질에 전자가 존재한다는 것이며 화학 결합을 설명하지는 않는다.

5. 황 산화물의 성질 : ②

황 산화물(SO_2 , SO_3)은 물과 반응해 아황산, 황산을 만들 수 있지만, 황의 산화수는 변하지 않는다. 물은 루이스 염기로 작용하며, SO_2 와 SO_3 에서 황의 혼성 궤도함수는 sp^2 이다. 황과 산소 사이에 $3p-2p$ 오비탈은 크기가 달라 겹치기 어렵다. 황을 중심으로 H_2SO_3 와 H_2SO_4 모두 sp^3 혼성 오비탈로 나타낼 수 있다.

6. 순차적 이온화 에너지 : ②

순차적 이온화 에너지가 $E_4 \ll E_5$ 이므로 원자가 전자가 4개인 14족 원소이다. 3주기 원소라 했으므로 Si이고 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 로 최외각 전자인 $3p$ 전자가 홀전자이다. 산소 화합물은 SiO_2 로 고체 결정이고 수소 화합물은 SiH_4 이다.

7. 에테인, 에텐, 에타인의 성질 : ④

pK_a 값이 작을수록 수소 이온을 떼어내기 쉽다. 각 탄소는 혼성 궤도 함수가 sp^3 , sp^2 , sp 이고, 혼성에 참여하지 않는 p 오비탈은 혼성 궤도 함수와 직각이다.

8. 이온화 에너지 : ②

이온화 에너지(E_1 또는 IE_1)는 중성 기체 원자에서 전자 하나를 제거할 때 드는 에너지를 나타내는데, 확장해서 그 상태에서 전자를 하나 제거하는데 드는 에너지로 표현할 수 있다. ①은 Cl^+ 의 전자 친화도, ②는 Na의 이온화 에너지이고, ③은 Na^+ 의 전자 친화도, ④는 Cl_2 의 결합 에너지, ⑤는 Mg의 원자가 전자를 제거하는 데 드는 에너지이므로 $E_1 + E_2$ 이다.

9. 전자 배치와 원소 : ①

A는 2주기 16족(O), B는 들뜬 상태(O^*)이고, C는 3주기 16족(S), D는 3주기 1족(Na) 원소이다. 일반적으로 비금속 산화물은 산성 산화물이고, 금속 산화물은 염기성 산화물이다. B는 들뜬 상태이므로 바닥 상태로 전자가 전이할 때 선 스펙트럼을 방출할 수 있다.

10. 부분 압력 : ①

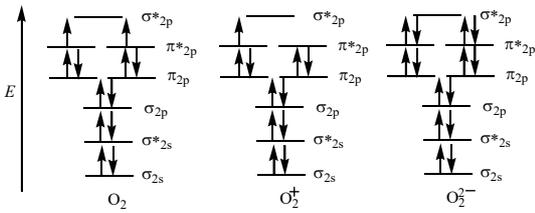
기체 A의 부분 압력은 $P_A = X_A \times P_{tot}$ 이므로 각 몰 수는 $n_{He} = \frac{4}{4}$ mol, $n_{CH_4} = \frac{4}{16}$ mol이다. A, B가 섞여 있을 때 A의 몰 분율(X_A)은 $\frac{n_A}{n_A + n_B}$ 로 계산한다. $X_{He} = \frac{1}{1 + 1/4} = \frac{4}{5}$ 이고 $P_{He} = \frac{4}{5} \times 10$ atm이다.

11. 기체 밀도 : ②

이상 기체 상태 방정식($PV = nRT$)에서 기체의 질량이 w g, 기체 밀도가 d g/L, 기체의 분자량 (몰 질량 (g/mol))을 M 이라 하면 $P = \frac{dRT}{M}$ 이므로 기체 밀도는 압력과 분자량을 곱한 값에 비례한다.

12. MO에서 결합 차수와 자기성 : ④

각 화학종의 MO는 그림과 같다.



$$\text{결합 차수는 } \frac{(\text{결합 전자 수}) - (\text{반결합 전자 수})}{2}$$

로 계산하고, 홀전자가 있으면 상자성, 모두 짝진 전자이면 반자성이다.

13. 이핵 이원자 분자의 MO : ②

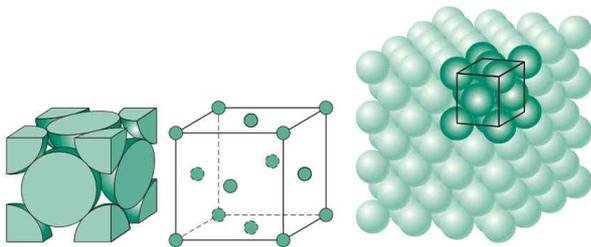
전기 음성도가 큰 원소의 에너지 준위가 더 낮으며, 결합 궤도 함수는 MO_1, MO_3, MO_4 이고, 반결합 궤도 함수는 MO_2, MO_5, MO_6 이다.

14. 분자 간 인력 : ⑤

변수가 여러 개 있을 때는 그 중 가장 영향이 큰 것을 중심으로 설명한다. 수소 결합은 F, O, N에 수소가 결합한 화합물 중 수소가 그 사이에 끼어 분자 간 인력을 형성할 때를 가리키므로 분자량은 $NH_3 < PH_3$ 이지만 끓는점이 $NH_3 > PH_3$ 인 것은 수소 결합이 원인이다.

15. 면심 입방 구조 : ④

면심 입방 구조는 그림과 같다.



그림에서 단위 세포 당 개수는 $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6$ 이고, 배위수는 12이다.

16. 물 분율과 온도 : ②

MO 곡선 위쪽은 혼합 증기이고, NP곡선 아래쪽은 혼합 액체이다. A, B를 1:1로 섞은 용액에서 증기압은 끓는점이 낮은 B가 크고, x표 용액을 가열해 점 N에 이르면 점 M에서 평형을 이루고 혼합 증기에서 $X_A + X_B = 1$ 이므로 혼합 증기 속 B의 몰 분율은 0.8이다. 분별 증류를 통해 끓는점이 낮은 물질을 먼저 얻을 수 있다.

17. 어는점 내림과 반트 호프 인자 : ①

$\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$ 에서 어는점이 높으려면 $m \cdot i$ 값이 작아야 한다. 비전해질은 $i = 1$ 이고, NaCl은 $i = 2$, $CaCl_2$ 은 $i = 3$ 이다. 용액의 총괄성에서 용액의 농도가 진할수록 끓는점은 높아지고 어는점은 낮아진다.

18. 콜로이드 용액의 성질 : ③

콜로이드의 입자적 성질은 틴들 현상, 투석, 브라운 운동이고, 전기적 성질은 전기 이동, 영김과 염석이다.

19. 팽창일(PV일) : ③

계의 팽창일은 AB에서 $2 \text{ atm} \times (30 - 10) \text{ L}$ 만큼 계가 주위에 대해 일을 했고, BC와 DA에서는 부피 변화가 없으므로 팽창일은 0이다. CD 과정에서는 계가 받은 일이 $1 \text{ atm} \times (30 - 10) \text{ L}$ 이므로 계의 팽창일은 $-40 + 20$ (atm L)이다. 화학에서는 항상 반응계를 중심으로 에너지 증감을 서술한다.

20. 자유 에너지 변화 : ⑤

계의 자유 에너지 변화(ΔG)가 $\Delta G < 0$ 인 반응은 자발적으로 일어나고 전체 엔트로피 변화($\Delta S_{\text{전체}}$)가 $\Delta S_{\text{전체}} > 0$ 이다. $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$ 이므로 평형에 이르면 $0 = \Delta G^\circ + RT \ln K$ 를 만족한다. 비자발적이면 $\Delta G > 0$ 이고 자발적이면 $\Delta G < 0$ 이므로 전환되는 온도에서 반드시 $\Delta G = 0$ (평형)이 일어나고, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 0$ 을 이용할 수 있다.

21. 평형 이동 : ④

평형 상수는 온도 함수이므로 (가)와 (나)의 평형 상수는 같고, (다)는 평형 상수가 크다. 평형 이동은 비평형 상태에서 평형 상태로 돌아가려는 일종의 복원력이다.

22. 약염기와 강산의 중화 : ①

$K_a \times K_b = K_w$ 이고, 5% 규칙을 적용해 계산하면 $[\text{OH}^-] = \sqrt{2} \times 10^{-3} \text{ M}$ 이다. $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w$ 이므로 점 P에서 $\text{pH} = 11.15$ 이다. 짝염기(B) 용액의 처음 농도는 0.10 M이고, 점 Q는 짝산인 HB^+ 의 농도가 같으므로(1:1) $\text{pH} = 9.30$ 이다. 점 R에서 용액 부피가 2배로 늘어나 $[\text{BH}^+] = 0.050 \text{ M}$ 이다. 적정 용액이 산성 영역에서 변색하므로 염기성 영역에서 변색하는 페놀프탈레인은 부적절하다.

23. 완충 작용 : ④

완충 용액 속 짝산은 염기(OH^-)와 반응하고, 짝염기는 산(H^+)과 반응한다. $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ 로 이루어진 완충 용액에 염기를 가하면 짝산인 NH_4^+ 와 반응해 짝염기(NH_3)가 증가한다.

24. 중금속의 역적정 : ⑤

Na_2EDTA 는 Ni^{2+} 와 Zn^{2+} 모두와 반응하므로 Ni^{2+} 와 Zn^{2+} 가 $\text{Ni}^{2+} + \text{EDTA}^{2-} \rightarrow \text{NiEDTA}$, $\text{Zn}^{2+} + \text{EDTA}^{2-} \rightarrow \text{ZnEDTA}$ 이다. Na_2EDTA 가 모두 Ni^{2+} , Zn^{2+} 이온과 반응하므로 $[\text{Ni}^{2+}] = x$ M라 하면 $10x + 0.2 = 1$ 이고 $x = 0.080 \text{ M}$ 이다.

25. 물 용해도 : ③

$\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$ 의 물 용해도(mol/L)를 s 라 하면 용해도곱(K_{sp})은 $K_{sp} = [\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3 = s(3s)^3$ 이다. 여기서 s 를 구하면 $\sqrt[4]{\frac{1200}{27}} \times 10^{-9}$ 이다.

26. 음극화 보호 : ②

철이 녹슬지 않게 음극화 보호할 수 있는 금속은 철보다 반응성이 큰 금속 중 상온에서 물에 반응하지 않아야 한다.

27. 팔면체장 착화합물 : ②

고스핀과 저스핀이 의미 있는(구분할 수 있는) 것은 $d^4 \sim d^7$ 이다. CO 리간드는 강한 장이므로 착물이 저스핀을 가진다. $[\text{Fe}(\text{Cl})_6]^{4-}$ 착물은 홀전자가 4개이므로 상자기성을 띠며, d^{10} 배열은 $d-d$ 전자 전이가 없어(흡수 파장이 없어) 모든 가시광선이 그대로 투과하므로 투명하고, d^8 배열에서는 강한 장(저스핀)과 약한 장(고스핀) 구별이 없고 항상 홀전자가 2개이므로 상자기성을 띤다.

28. 수용액 전기 분해 : ③

계에 흐른 전하는 $\frac{1.0A \times 965s}{96500 C/F}$ 이므로 석출되는 구리(Cu)는 0.32 g이다. (+)극에서는 물이 산화하며 산소(O_2)와 수소 이온(H^+)이 생성되므로 pH가 낮아져 BTB 지시약에 의해 노란색을 띤다. (+)극에서 발생하는 산소는 4F에 대해 22.4 L이므로 이 용액에서는 56 mL가 생성된다. 계에 흐른 전자는 0.010 몰이고, 발생하는 산소가 계속 날아가면 계의 질량은 감소한다.

29. 반응 메커니즘 : ⑤

전체 반응식은 각 단계를 더해 나타나고, 속도 결정 단계는 가장 느린 단계이다. 1단계가 빠른 평형이므로 평형을 이용하면 $K = \frac{[\text{A}_2\text{B}_2]}{[\text{A}_2][\text{B}_2]}$ 이다. 전체 반응 속도(v)는 2단계 반응 속도(v_2)와 같고, $v = v_2 = k_2K[\text{A}_2\text{B}_2][\text{B}_2]$ 이고, $[\text{A}_2\text{B}_2] = K[\text{A}_2][\text{B}_2]$ 를 대입해 $v = k[\text{A}_2][\text{B}_2]^2$ 을 얻을 수 있다.

30. 반응 지수(Q_P)의 의미 : ②

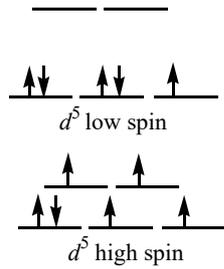
$Q_P = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]} = \frac{(0.14)^2}{(2.1 \times 10^{-3})^2 \times 1.1 \times 10^{-2}}$ 이므로 $Q_P > K_P$ 에서 역반응이 우세하다.

31. 평형 이동 : ④

정반응 쪽으로 평형이 이동하는 것은 생성물의 기체 계수 합이 작아지는 반응으로 (가), (나), (다)이고, (라)의 반응물에서는 염소(Cl_2)만 기체이다.

32. λ_{\max} 크기 : ④

Cl^- , H_2O 는 약한 장 리간드이고, CN^- 는 강한 장 리간드이다. $\text{Fe}^{3+} : [\text{Ar}]3d^5$ 이므로 저스핀(강한 장 리간드 결합)과 고스핀(약한 장 리간드 결합)은 그림과 같다. 리간드에 의한 Δ_o 크기는 $\text{Cl}^- < \text{H}_2\text{O} < \text{CN}^-$ 순이고 λ_{\max} 가 큰 것은 에너지가 작은 것이다.



33. 핵 반응 : ⑤

α 선 방출은 핵에서 ${}^4_2\text{He}$ 원자핵을 방출하는 것과 같고, β 선은 핵에서 전자(e^-)를 방출하며 양성자 수가 1 증가하므로 원자 번호가 1 큰 원소를 만든다. 양전자(e^+ , 전자의 반입자) 방출을 β^+ 라 해서 β 선 방출이라 하기도 하는데, 양전자 방출이 일어나면 원자 번호가 감소(알짜 변화 : $p \rightarrow n$)한다. γ 선은 전자기파로서 단독으로 방출되지 않으며, α 선이나 β 선이 방출될 때 들뜬 핵이 바닥 상태로 떨어지며 γ 선을 방출한다. 전자 포획은 큰 원자핵이 가까운 전자 껍질에 들어 있는 전자를 포획해 양성자가 중성자로 전환되는 알짜 반응이 일어난다.

34. 네른스트 식 : ④

$\text{Zn(s)} + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ 반응에서 네른스트 식은 $E = E^\circ - \frac{0.0592}{2} \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]P_{\text{H}_2}}{[\text{H}^+]^2}$ 이다. Zn^{2+} 농도가 높거나, 수소의 분압(P_{H_2})이 증가하면 전지 전위가 감소한다. 수소 이온(H^+) 농도가 네른스트 식의 분모에 있으므로 농도가 증가할수록 전지 전위는 증가한다. $[\text{Zn}^{2+}] = [\text{H}^+]$ 이면서 1 M, 수소의 분압이 1 atm이면 $E = E^\circ$ 이다.

35. CaF_2 의 단위 세포 당 입자 수 : ③

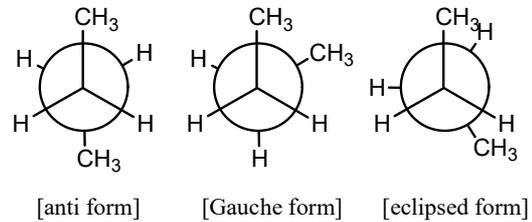
CaF_2 의 단위 세포에서 Ca^{2+} 이온은 면심과 꼭짓점에 존재하므로 $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6$ 이고, F^- 이온은 8개가 단위 세포 내부에 사면체 자리에 있다.

36. 공유 결합 : ①

σ 결합은 핵 간 축 사이에 오비탈이 겹치고, π 결합은 핵 간 축을 벗어난 곳에서 오비탈이 겹치며, δ 결합은 d 오비탈끼리 겹친다. $\text{C}=\text{C}$ 결합은 σ 결합 1개와 π 결합 1개로 이루어지고 $\text{C}\equiv\text{C}$ 결합은 σ 결합 1개와 두 개의 π 결합으로 이루어지고 두 개의 π 결합은 핵 간 축을 중심으로 원통형이다.

37. 뉴먼 투영식 : ②

n-Butane에서 C2와 C3에 뉴먼 투영식을 적용하면 그림과 같다.



안티 형태에서는 가장 안정하고, 고우시 형태에서 입체 스트레인이 작용한다. 가리움 형태에서는 스트레인 때문에 에너지가 높아지고, 전체 스트레인에서 입체 스트레인뿐만 아니라 비틀림 스트레인도 고려해야 한다.

38. 콘쥬게이션 다이엔 : ②

$\text{Cl}-\text{C}^2=\text{C}^3=\text{C}^4$ 에서 모든 탄소는 sp^2 혼성 오비탈로 이루어져 있고, 단일 결합인 $\text{C}2-\text{C}3$ 를 중심으로 cis-trans 형태가 존재할 수 있다. $\text{C}2-\text{C}3$ 는 단일 결합이나 비편재화로 결합 길이가 약간 짧다.

39. 불포화도 : ③

탄소 수가 같은 알켄과 사이클로알케인을 알케인과 비교해 불포화도를 결정한다. 이중 결합은 불포화도가 +1, 삼중 결합은 불포화도가 +2로 계산하고 고리 모양 하나가 +1 불포화도로 계산한다.

40. R, S 결정과 작용기의 우선 순위 : ①

R, S를 결정하는 1 순위는 원자 번호 크기이고 같으면 차이가 날 때까지 비교하며 다중 결합이면 결합 수만큼 그 원자가 결합한 것으로 간주한다.

41. 수소-불소 첨가 반응 : ⑤

H-BH₂ 첨가는 -BH₂의 입체 크기 때문에 안티 마르코프니코프로 첨가되고 그 위치에서 산화하여 알코올을 형성한다.

42. 타르타르 산 : ②

(가)와 (나)는 카이랄 탄소를 가지고 있고 분자 내 대칭면을 가지고 있어 메조(meso) 화합물이다. (다)에서 C2와 C3는 절대 배열이 R, 타르타르 산의 입체 이성질체는 3개이다. (다)와 (라)는 거울상 이성질체이며 광학 이성질체 관계가 성립한다.

43. Hückel 규칙 : ④

(A)는 맨 위의 탄소가 sp³ 혼성을 가지고 있고, (B)는 맨 위의 탄소가 sp² 혼성이며 π 전자 수가 6개로 방향족이다. (C)는 π 전자가 8개로 비평면이다. 공명에 참여하는 것은 방향족인 (B)이고, π 전자가 고리 전체에 혼유게이션된 것은 (B)이다. (C)의 마지막 두 전자는 홀전자로 배열된다.

44. 탄소 양이온 중간체 : ③

탄소 양이온은 sp² 혼성화되어 있고, 안정성은 3° > 2° > 1° 순이며, Hyperconjugation은 sp² 혼성 오비탈인 탄소에 sp³에 결합한 수소가 혼유게이션 영향을 받아 안정화에 기여한다.

45. 벤젠 고리의 활성화와 o-, p- 지향성 : ①

벤젠 고리의 활성화는 벤젠 고리에 π 전자 밀도를 증가시키며, 할로젠은 전기 음성도가 크지만, 비공유 전자쌍을 가져 o-, p- 지향성을 가진다.

46. S_N2 반응의 특징 : ⑤

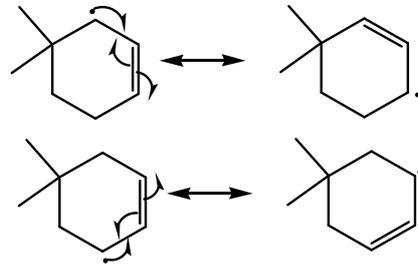
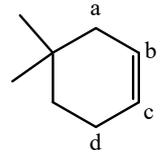
S_N2 반응에서 친핵체를 안정화시키는 양성자성 (ROH, NH₃ 등) 용매를 사용하면 반응성이 약화한다. 반응성이 가장 큰 기질은 CH₃X이고, 기질은 친핵체가 공격할 때 입체적 방해가 적어야 좋다. 할로젠 이탈기의 반응성은 I⁻ > Br⁻ > Cl⁻ 순이고, S_N2는 배열에서 반전이 일어나므로 절대 배열이 R에서 S로 변한다.

47. 카보닐 탄소와 친핵체 : ⑤

좋은 이탈기인 Cl이 카보닐 탄소와 결합한 경우 치환 반응이 잘 일어난다. 염화 아세트알과 물이 반응하면 아세트산(CH₃COOH)과 염화 수소(HCl) 생성이 예상된다.

48. 알릴 치환 : ④

NBS는 Br·의 공급원이다. 그 링에서 a와 d는 직접적인 알릴 위치이고, b와 c는 공명 구조로 생기는 라디칼 위치이므로 Br 라디칼로 치환할 수 있다. 4,4-Dimethylcyclohexene에서 알릴 라디칼의 공명 구조는 다음과 같다.



49. 아민 : ②

암모니아를 할로젠화 알킬과 반응시키면 다양한 아민 혼합물이 생성되며, 루이스 염기인 아닐린(C₆H₅NH₂)과 촉매로 루이스 산인 AlCl₃가 강하게 반응하여 벤젠 고리의 π 전자 밀도를 떨어뜨리므로 Friedel-Crafts 반응을 하지 않는다.

50. 핵산의 구조 : ⑤

핵산의 염기가 당에 연결되는 위치는 당의 1' 탄소이고, DNA를 구성하는 당은 2' 위치에 산소가 없다. 뉴클레오타이드는 당의 3'과 5' 위치에 인산 에스터 결합이 생성된다.