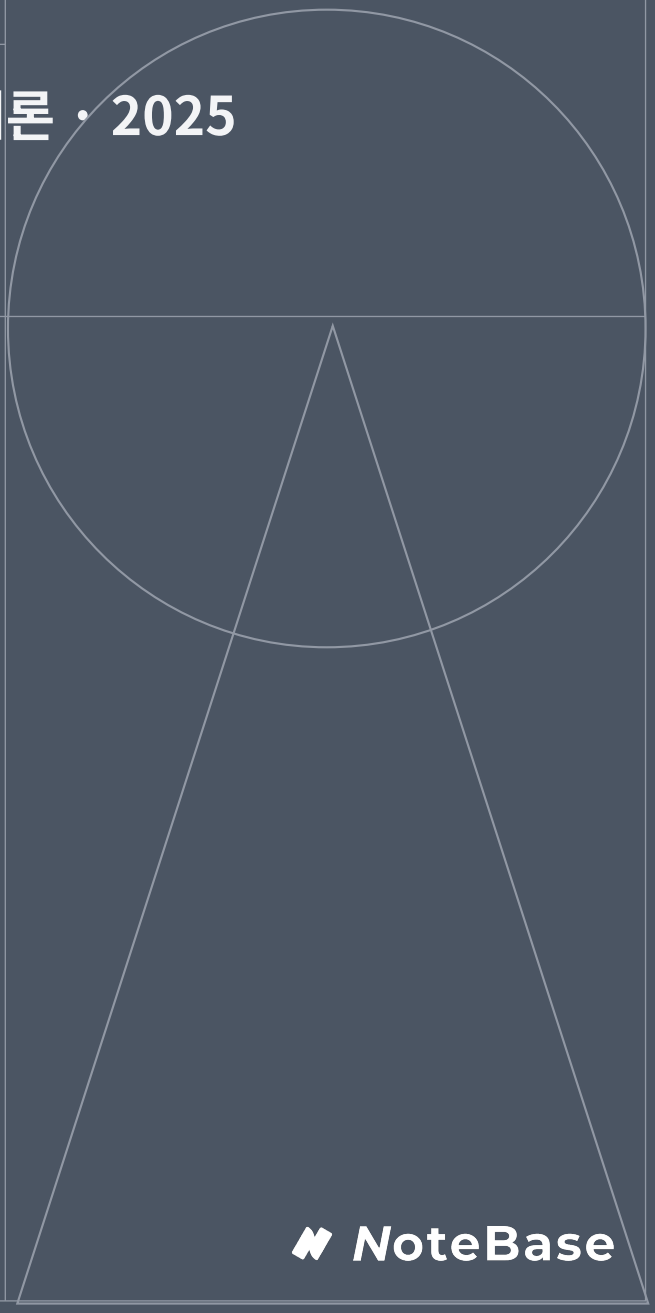
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 화학개론 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 화학개론 · 2025

공무원/지방직/7급 · 화학개론 · 2025

문 1. 입방 결정계의 금속에서 단위 세포 종류와 단위 세포당 원자 개수를 바르게 연결한 것은?

① 원시 입방 1, 체심 입방 1, 면심 입방 2

② 원시 입방 1, 체심 입방 2, 면심 입방 4

③ 원시 입방 2, 체심 입방 1, 면심 입방 4

④ 원시 입방 2, 체심 입방 2, 면심 입방 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 입방 결정계의 세 가지 단위 세포를 구분하고, 꼭짓점 원자·체심 원자·면심 원자의 기여도를 합쳐 단위 세포당 원자 수를 계산할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

원시 입방은 원자가 꼭짓점 8곳에만 있는 구조이므로 $8 \times \frac{1}{8} = 1$개이다.
체심 입방은 꼭짓점 원자 1개에 세포 중심 원자 1개가 더해져 2개이다.
면심 입방은 꼭짓점 원자 1개와 면 중심 원자 $6 \times \frac{1}{2} = 3$개가 합쳐져 4개이다.

선지별 해설

1번: X. 원시 입방 1개는 맞지만 체심 입방을 1개, 면심 입방을 2개로 본 부분이 틀리다. 체심 입방은 세포 중심 원자 1개가 추가되어 2개이고, 면심 입방은 면 중심 원자까지 합쳐 4개이다.
2번: O. 원시 입방 1개, 체심 입방 2개, 면심 입방 4개로 정확하다.
3번: X. 원시 입방을 2개, 체심 입방을 1개로 바꿔 적은 부분이 틀리다. 원시 입방은 꼭짓점 기여도만 합쳐 1개이고, 체심 입방은 중심 원자까지 포함해 2개이다.
4번: X. 체심 입방 2개와 면심 입방 4개는 맞지만 원시 입방을 2개로 본 부분이 틀리다. 원시 입방은 꼭짓점 8개의 기여도를 합쳐도 1개이다.

NoteBase

오답 포인트

꼭짓점 원자 8개를 그대로 8개로 세지 않고 각각 $\frac{1}{8}$만 기여한다는 점을 놓치면 원시 입방을 2개처럼 잘못 잡기 쉽다. 또 체심과 면심은 중심 위치만 보고 헷갈리기 쉬운데, 체심은 중심 1개를 더하고 면심은 면 중심 6개의 절반씩을 더한다는 구조 차이가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

입방 결정 문제는 먼저 원자가 꼭짓점만 있는지, 몸체 중심이 있는지, 면 중심이 있는지를 본다. 그다음 꼭짓점은 $\frac{1}{8}$, 면 중심은 $\frac{1}{2}$, 체심은 1개 그대로를 더해 총원자 수를 계산하면 된다.

암기 포인트

원시 1, 체심 2, 면심 4이다.

NoteBase

문 2. 다음 반응으로 마그네슘(Mg) 12 g을 완전 연소시켰다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, a는 반응 계수이고 Mg과 O의 원자량은 각각 24, 16이며, 아보가드로 수는 6.0×10^{23}이다)

$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow aMgO(s)$

① a는 2이다.

② 연소된 Mg의 양은 0.5몰이다.

③ 소모된 O_2의 양은 16 g이다.

④ 생성된 MgO에서 O 원자의 개수는 3.0×10^{23}이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반응식의 계수와 몰수-질량 관계를 이용해 Mg, O2, MgO의 양을 연결하는 화학량론 문제이다.

조건 정리

주어진 값: Mg 12 g, Mg 원자량 24, O 원자량 16, 아보가드로 수 6.0 × 10^23.
구해야 할 값: 반응 계수 a, 연소된 Mg의 몰수, 소모된 O2의 질량, 생성된 MgO 속 O 원자 수.
주의할 조건: O2의 몰질량은 32g/mol이고, 발문은 '옳지 않은 것'을 고르는 문제이다.

사용할 공식

$n = \frac{m}{M}$
$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$
이 공식을 쓰는 이유: 질량을 몰수로 바꾼 뒤 반응식 계수비로 O2와 MgO의 양을 연결해야 각 선지를 판정할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 반응식은 산소 원자 수를 맞추면 $a = 2$이다.
2. 연소된 Mg의 몰수는 $12/24 = 0.5$mol이다.
3. 계수비 $2Mg : 1O_2$이므로 소모된 O_2는 $0.5 \times \frac{1}{2} = 0.25$mol이다.
4. 소모된 O_2의 질량은 $0.25 \times 32 = 8$g이다.
5. 생성된 MgO는 Mg와 1:1로 0.5 mol 생기며, 그 안의 O 원자 수도 0.5 mol이므로 개수는
$0.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{23}$개이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 반응식은 $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$로 맞춰지므로 $a = 2$이다.
② O: Mg 12 g은 12/24 = 0.5mol이므로 연소된 Mg의 양은 0.5몰이다.
③ X: 계수비에 따라 O_2는 0.25몰만 소모되므로 질량은 $0.25 \times 32 = 8$g이다. 틀린 표현은 '16 g'이며, 올바르게는 '8 g'이다. 16 g은 Mg와 O2를 1:1 몰비로 잘못 본 경우 나오는 값이다.
④ O: 생성된 MgO는 0.5몰이고 MgO 1개에는 O 원자 1개가 들어 있으므로 O 원자 수는 $0.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{23}$개이다.

오답 포인트

③은 산소 원자와 산소 분자를 구분하지 않으면 틀리기 쉽다. Mg 0.5몰이 반응해도 O2는 계수비 때문에 절반인 0.25몰만 필요하다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

금속 연소 계산 문제는 질량을 몰수로 바꾼 뒤 반응식 계수비로 다른 물질의 몰수를 연결하고, 마지막에 다시 질량이나 입자 수로 바꾸어 판단한다.

암기 포인트

질량 → 몰수 → 계수비 → 질량·입자 수 순서로 연결하면 화학량론 선지가 정리된다.

NoteBase

문 3. 다음 반응에서 브뢴스테드-로우리(Brønsted-Lowry) 염기와 짝산을 바르게 연결한 것은?

$H_2SO_4(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HSO_4^-(aq) + H_3O^+(aq)$

① 염기 H_2SO_4, 짝산 HSO_4^-
② 염기 H_2SO_4, 짝산 H_3O^+
③ 염기 H_2O, 짝산 HSO_4^-
④ 염기 H_2O, 짝산 H_3O^+

정답 4번

출제 포인트

브뢴스테드-로우리 산·염기에서 양성자 제공자와 수용자를 구분하고, 그에 따라 짝산과 짝염기를 연결하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

브뢴스테드-로우리 산은 H^+를 내놓는 종이고, 염기는 H^+를 받아들이는 종이다.
짝산은 염기가 H^+를 받은 뒤의 종이고, 짝염기는 산이 H^+를 잃은 뒤의 종이다.
주어진 반응에서는 H_2SO_4가 H^+를 주고 H_2O가 H^+를 받아 HSO_4^-와 H_3O^+가 된다.

선지별 해설

① X: H_2SO_4는 H^+를 주는 산이고, HSO_4^-는 그 결과 생기는 짝염기이다. 틀린 표현은 H_2SO_4를 염기로 본 점이다. 올바르게는 H_2SO_4는 산, HSO_4^-는 짝염기이다.
② X: H_2SO_4는 산인 점은 맞지만 H_3O^+는 H_2O가 H^+를 받아 생긴 짝산이다. 틀린 표현은 H_2SO_4와 H_3O^+를 짝으로 연결한 점이다. 올바르게는 H_3O^+의 짝은 H_2O이다.
③ X: H_2O는 H^+를 받으므로 염기인 점은 맞지만 HSO_4^-는 H_2SO_4의 짝염기이다. 틀린 표현은 HSO_4^-를 H_2O의 짝산으로 본 점이다. 올바르게는 H_2O의 짝산은 H_3O^+이다.
④ O: H_2O는 H_2SO_4로부터 H^+를 받아들이므로 염기이다. H_2O가 H^+를 받은 뒤의 종 H_3O^+가 짝산이므로 연결이 옳다.

오답 포인트

생성물 쪽에 있는 종을 모두 짝산으로 보거나, 반응 전 물질을 모두 산으로 보는 착각이 자주 나온다. 이 문항은 물이 H^+를 받는다는 점을 놓치면 ③으로 흔들리기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응식에서 먼저 누가 H^+를 주고 누가 H^+를 받는지 본다. H^+를 받는 종이 염기이고, 그 종이 H^+를 받은 뒤의 생성물이 짝산이다.

암기 포인트

H^+를 받으면 염기에서 짝산이 되고, H^+를 주면 산에서 짝염기가 된다.

NoteBase

문 4. 정상 끓는점이 높은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

(가) n-pentane
(나) isopentane
(다) neopentane

① (가), (나), (다)
② (가), (다), (나)
③ (나), (다), (가)
④ (다), (나), (가)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 알케인 이성질체의 가지화 정도와 분산력 변화에 따른 정상 끓는점 순서를 묻는 문제이다.

핵심 개념

n-pentane은 직쇄 구조라 분자 표면적이 가장 커서 분산력이 가장 크고 끓는점이 가장 높다.
isopentane은 한 번 가지친 구조라 n-pentane보다 분산력이 작아 끓는점이 더 낮다.
neopentane은 가장 많이 가지친 구조라 표면적이 가장 작고 분산력이 가장 약해 끓는점이 가장 낮다.
같은 분자식의 알케인 이성질체에서는 가지화가 커질수록 정상 끓는점이 낮아진다.

선지별 해설

① O: (가) n-pentane, (나) isopentane, (다) neopentane 순서는 정상 끓는점이 높은 것부터 낮은 것까지의 올바른 배열이다. 직쇄인 n-pentane이 가장 높고, 가장 가지화된 neopentane이 가장 낮다.
② X: 틀린 부분은 '(다), (나)'의 위치를 바꾼 순서이다. 실제로는 neopentane이 isopentane보다 더 가지화되어 분산력이 약하므로 (다)가 (나)보다 뒤에 와야 하며, 올바르게는 '(가), (나), (다)'이다.
③ X: 틀린 부분은 '(나)를 (가)보다 앞에 둔 순서'이다. 실제로는 n-pentane이 isopentane보다 표면적이 커서 끓는점이 더 높으므로 올바르게는 '(가), (나), (다)'이다.
④ X: 틀린 부분은 '(다)를 가장 앞에 둔 순서'이다. 실제로는 neopentane이 가장 낮은 끓는점을 가지므로 맨 뒤에 와야 하며, 올바르게는 '(가), (나), (다)'이다.

오답 포인트

가지가 많으면 분자량이 커져 끓는점이 높아진다고 오해하면 ②나 ④처럼 neopentane을 앞에 두게 된다. 이 문항에서는 분자량이 모두 같으므로 비교 기준은 분자 표면적과 분산력이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

같은 분자식의 알케인 이성질체 순서 문제는 먼저 가지화 정도를 본다. 직쇄가 가장 높은 끓는점을 가지며, 가지가 많아질수록 분자 간 접촉면이 줄어 끓는점이 낮아진다고 판단하면 된다.

암기 포인트

알케인 이성질체의 정상 끓는점은 직쇄 > 가지형 > 가장 많이 가지친 구조 순서이다.

NoteBase

문 5. 물질의 크기 성질(extensive property)이 아닌 것은?

① 온도

② 부피

③ 질량

④ 에너지

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 물질의 양에 따라 값이 달라지는 크기 성질과 물질의 양과 무관한 세기 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

크기 성질은 계의 크기나 물질의 양이 변하면 값도 함께 변하는 성질이다. 대표적으로 질량, 부피, 에너지, 몰수 등이 해당한다.
세기 성질은 계를 나누거나 합쳐도 물질 자체의 상태를 나타내는 값으로 유지되는 성질이다. 대표적으로 온도, 압력, 밀도 등이 해당한다.

선지별 해설

① O: 온도는 물질의 양이 늘거나 줄어도 본질적으로 그대로 정의되는 세기 성질이다. 따라서 크기 성질이 아닌 것을 고르는 이 문항의 정답이 된다.
② X: 부피는 물질의 양이 두 배가 되면 일반적으로 함께 커지는 크기 성질이다. 틀린 부분은 부피를 크기 성질이 아닌 것으로 보는 판단이다. 올바르게는 부피는 대표적인 크기 성질이다.
③ X: 질량은 물질의 양 자체를 나타내므로 계를 합치면 더해지는 크기 성질이다. 틀린 부분은 질량을 크기 성질이 아닌 것으로 보는 판단이다. 올바르게는 질량은 크기 성질이다.
④ X: 에너지는 계의 총량으로 취급되며 물질의 양이 커지면 보통 함께 증가하는 크기 성질이다. 틀린 부분은 에너지를 크기 성질이 아닌 것으로 보는 판단이다. 올바르게는 에너지는 크기 성질이다.

오답 포인트

온도와 에너지를 함께 헷갈리기 쉽다. 온도는 뜨겁고 차가운 정도를 나타내는 상태값이라 세기 성질이지만, 에너지는 총량이므로 계가 커지면 함께 커지는 크기 성질이다.

다시 나오면 이렇게 판단

어떤 성질이 물질의 양에 비례해 더해지면 크기 성질로 본다. 계를 반으로 나눴을 때 그 값도 함께 줄어들면 크기 성질이고, 나눠도 그대로 성질을 설명할 수 있으면 세기 성질로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

더하면 커지면 크기 성질, 나눠도 같으면 세기 성질이다.

NoteBase

문 6. 원자의 바닥 상태 전자 배치에서 Be, C, Na의 $2p$ 오비탈에 존재하는 전자 개수의 합은?

① 7

② 8

③ 9

④ 10

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 바닥 상태 전자배치에서 각 원소의 $2p$ 오비탈 전자 수를 구분해 합산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

바닥 상태는 전자가 가장 낮은 에너지 준위부터 채워진 상태이다. $2p$ 오비탈에는 최대 6개의 전자가 들어간다. Be는 $1s^2 2s^2$이므로 $2p$ 전자가 0개이고, C는 $1s^2 2s^2 2p^2$이므로 2개이며, Na는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$이므로 $2p$ 전자가 6개이다.

선지별 해설

① X: Be, C, Na의 $2p$ 전자 수는 각각 0개, 2개, 6개이므로 합은 8개이다. 틀린 부분은 '7'이다. 올바르게는 '8'이다.
② O: Be의 $2p$는 비어 있고 C는 $2p^2$, Na는 $2p^6$이므로 합은 0+2+6=8이다.
③ X: 틀린 부분은 '9'이다. 올바르게는 Be 0개, C 2개, Na 6개를 더한 8개이다.
④ X: 틀린 부분은 '10'이다. 올바르게는 $2p$ 전자 총수는 8개이다.

오답 포인트

Na를 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$로 보지 않고 바깥 전자 1개만 떠올리면 $2p$의 6개를 놓치기 쉽다. Be에서 $2p$ 전자가 없다는 점을 빼먹거나 C의 $2p^2$를 $2p^4$처럼 잘못 세는 것도 흔한 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

원소별 전체 전자배치를 먼저 쓰고, 그다음 문제에서 지정한 오비탈만 따로 골라 개수를 센 뒤 마지막에 합산하면 된다. 족이나 최외각전자만 보고 판단하면 안 된다.

암기 포인트

Be의 $2p$는 0, C의 $2p$는 2, Na의 $2p$는 6이므로 합은 8이다.

NoteBase

문 7. 다음은 아세틸렌C_2H_2의 연소 반응식과, 관련된 화합물들의 25°C에서의 표준 생성 엔탈피ΔH_f°이다. 25°C에서 이 반응의 표준 반응 엔탈피[kJ]는?

$$C_2H_2(g) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)$$

화합물	$\Delta H_f^\circ\,[\mathrm{kJ\ mol^{-1}}]$
$C_2H_2(g)$	230
$CO_2(g)$	−390
$H_2O(l)$	−290

① -450

② -840

③ -910

④ -1,300

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 표준 생성 엔탈피를 이용하여 표준 반응 엔탈피를 계산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: C2H2(g)의 표준 생성 엔탈피는 230kJ/mol, CO2(g)는 -390kJ/mol, H2O(l)는 -290kJ/mol이다.
구해야 할 값: 25°C에서 반응식 $C_2H_2(g) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)$의 표준 반응 엔탈피이다.
주의할 조건: $O_2(g)$는 표준 상태의 홑원소 물질이므로 표준 생성 엔탈피가 0이다. 또한 CO_2의 계수 2를 반드시 반영해야 한다.

사용할 공식

표준 반응 엔탈피는 Δ H^_rxn=Σ vΔ H_f^(생성물)-Σ vΔ H_f^(반응물)이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 각 물질의 표준 생성 엔탈피가 주어졌으므로, 반응식의 계수를 반영해 생성물 합에서 반응물 합을 빼면 바로 표준 반응 엔탈피를 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 생성물의 표준 생성 엔탈피 합은 $2 \times (-390) + (-290) = -780 - 290 = -1070$ kJ이다.
2. 반응물의 표준 생성 엔탈피 합은 $230 + \frac{5}{2} \times 0 = 230$ kJ이다.
3. 따라서 표준 반응 엔탈피는 $\Delta H^\circ_{rxn} = (-1070) - 230 = -1300$kJ 이다.

선지 판단

1번 X: -450 kJ는 CO_2의 계수 2를 빠뜨리고 $CO_2 + H_2O - C_2H_2 = (-390) + (-290) - 230$처럼 잘못 계산한 값과도 맞지 않으며, 반응식 계수와 부호를 정확히 반영한 결과가 아니다. 틀린 표현은 계산 결과를 -450 kJ로 본 부분이며, 올바르게는 -1300 kJ이다.
2번 X: -840 kJ는 반응물 C_2H_2의 생성 엔탈피 230 kJ를 빼지 않고 더하는 부호 오류에서 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현은 반응물 항의 부호 처리이며, 올바르게는 생성물 합 - 반응물 합으로 계산하여 -1300 kJ가 된다.
3번 X: -910 kJ는 CO_2를 1몰로만 넣어 $(-390) + (-290) - 230$으로 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 $2CO_2$를 CO_2 하나로 취급한 부분이며, 올바르게는 $2 \times (-390)$을 반영해야 한다.
4번 O: $\Delta H^\circ_{rxn} = [2 \times (-390) + (-290)] - [230 + \frac{5}{2} \times 0] = -1300$ kJ이므로 옳다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 두 가지이다. 첫째, O_2의 표준 생성 엔탈피를 0으로 처리하지 않으면 불필요한 항을 넣게 된다. 둘째, CO_2의 계수 2와 반응물 항의 마이너스 부호를 놓치면 2번이나 3번 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

엔탈피 계산 문제는 반응식 계수를 먼저 적고, 생성물 합과 반응물 합을 따로 계산한 뒤, 마지막에 생성물 합 - 반응물 합 순서로 부호를 검산하면 된다.

암기 포인트

표준 반응 엔탈피는 생성물의 표준 생성 엔탈피 합에서 반응물의 표준 생성 엔탈피 합을 뺀 값이며, 표준 상태 홑원소 물질의 ΔH_f°는 0이다.

NoteBase

문 8. 루이스(Lewis) 구조 이론에 근거할 때, NO_3^-에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 모든 원자는 팔전자 규칙을 만족한다.

② N의 형식 전하는 +1이다.

③ N는 비공유 전자쌍을 갖는다.

④ 공명 구조를 갖는다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 NO_3^-의 루이스 구조에서 팔전자 규칙, 형식 전하, 비공유 전자쌍, 공명 구조를 함께 판단하는 문제이다.

핵심 개념

형식 전하는 결합 전자를 반씩 나누어 가졌다고 보고 계산한 가상 전하이다.
공명 구조는 원자 배열은 같고 전자 배치만 다른 여러 루이스 구조를 함께 써야 실제 분포를 설명할 수 있는 경우이다.
NO_3^-의 한 공명식에서 중심 N은 이중결합 1개와 단일결합 2개를 이루며 비공유 전자쌍이 없고, 형식 전하는 +1이다.

선지별 해설

① O: NO_3^-의 대표 루이스 구조에서는 중심 N도 8전자, 각 O도 8전자를 가져 모든 원자가 팔전자 규칙을 만족한다.

② O: N의 형식 전하는 $5 - 0 - \frac{8}{2} = +1$이므로 +1이 맞다. 두 개의 단일결합 O는 각각 -1, 이중결합 O는 0이 되어 전체 전하가 -1이 된다.

③ X: 틀린 부분은 "N는 비공유 전자쌍을 갖는다"이다. 올바르게는 "N은 비공유 전자쌍을 가지지 않는다"이다. 중심 N의 원자가전자 5개는 결합 형성에 모두 쓰여 비공유 전자쌍이 남지 않는다.

④ O: 세 산소 중 어느 O가 이중결합을 이루는지에 따라 등가인 루이스 구조 3개를 그릴 수 있으므로 공명 구조를 가진다.

오답 포인트

중심 원자 N을 암모니아처럼 "3결합 + 1비공유 전자쌍"으로 떠올리면 ③을 맞는 선지로 오해하기 쉽다. 그러나 NO_3^-에서는 형식 전하를 가장 안정적으로 배치하려면 N에 비공유 전자쌍이 없고 공명으로 전하가 퍼진다고 보아야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

다원자 이온의 루이스 구조는 전체 원자가전자를 먼저 합한 뒤 중심 원자에 비공유 전자쌍이 남는지, 각 원자의 팔전자와 형식 전하가 어떻게 되는지를 순서대로 확인하면 된다. 그다음 이중결합 위치만 바뀌는 등가 구조가 여러 개이면 공명 구조로 판단한다.

암기 포인트

NO_3^-는 "N의 비공유 전자쌍 없음, N의 형식 전하 +1, 공명 3개"로 정리된다.

NoteBase

문 9. 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 이론에 근거할 때, 화합물의 분자 기하에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. SO_2은 굽은형이다.
ㄴ. SO_3은 삼각뿔형이다.
ㄷ. SF_4는 사면체형이다.
ㄹ. SF_6은 팔면체형이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 VSEPR 이론으로 중심 원자의 전자영역 수와 고립 전자쌍 유무를 판단하여 분자 기하를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

굽은형은 중심 원자에 결합 전자쌍 외에 고립 전자쌍이 있어 결합각이 꺾인 분자 기하이다.
삼각뿔형은 전자영역이 4개이고 그중 1개가 고립 전자쌍인 경우의 분자 기하이다.
사면체형은 전자영역 4개가 모두 결합 전자쌍일 때의 분자 기하이다.
시소형은 전자영역 5개 중 1개가 고립 전자쌍인 경우의 분자 기하이다.
팔면체형은 전자영역 6개가 모두 결합 전자쌍일 때의 분자 기하이다.
SO2는 중심 S 주위 전자영역이 3개이고 고립 전자쌍이 1개이므로 굽은형이다. SO3는 중심 S 주위 전자영역이 3개이고 고립 전자쌍이 없으므로 삼각평면형이다. SF4는 전자영역이 5개이고 고립 전자쌍이 1개이므로 시소형이다. SF6는 전자영역이 6개이고 고립 전자쌍이 없으므로 팔면체형이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X
- 1번은 ㄱ, ㄴ 조합이다.
- ㄱ의 SO2는 굽은형이므로 옳다.
- ㄴ의 "SO3는 삼각뿔형이다"가 틀린 표현이다.
- SO3는 중심 원자에 고립 전자쌍이 없어서 삼각뿔형이 아니라 삼각평면형이다.

2번 O
- 2번은 ㄱ, ㄹ 조합이다.
- ㄱ의 SO2는 중심 S에 고립 전자쌍이 1개 있어 굽은형이므로 옳다.
- ㄹ의 SF6는 중심 S 주위에 결합 전자쌍 6개가 배치된 팔면체형이므로 옳다.

3번 X
- 3번은 ㄴ, ㄷ 조합이다.
- ㄴ의 "SO3는 삼각뿔형이다"가 틀렸고, 올바르게는 "SO3는 삼각평면형이다"이다.
- ㄷ의 "SF4는 사면체형이다"도 틀린 표현이다.
- SF4는 전자영역 5개 중 고립 전자쌍 1개를 가지므로 사면체형이 아니라 시소형이다.

4번 X
- 4번은 ㄷ, ㄹ 조합이다.
- ㄷ은 SF4의 분자 기하를 잘못 쓴 것이므로 틀리다.
- 올바르게는 "SF4는 시소형이다"이다.
- ㄹ은 맞지만, 4번은 ㄷ이 틀려 전체 조합이 성립하지 않는다.

오답 포인트

SO3를 SO3^2-와 혼동하면 삼각뿔형으로 잘못 판단하기 쉽다. 중성 SO3는 중심 S에 고립 전자쌍이 없지만, 아황산 이온 SO3^2-는 고립 전자쌍이 있어 분자 기하가 달라진다. 또한 SF4는 결합 수만 보고 사면체형으로 착각하기 쉬우나, 전자영역 5개에서 고립 전자쌍 1개가 있으면 시소형이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자식을 보면 먼저 중심 원자의 전자영역 수를 세고, 그다음 고립 전자쌍 유무를 확인한다. 전자영역 배열과 실제 분자 기하를 구분해서 보면 SO3와 SO3^2-, SF4와 CH4 같은 함정을 피할 수 있다.

암기 포인트

SO2 굽은형, SO3 삼각평면형, SF4 시소형, SF6 팔면체형이다.

NoteBase

문 10. 원소의 이온화 에너지에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 1차 이온화 에너지는 기체 상태의 중성 원자로부터 전자 하나를 제거할 때 필요한 에너지이다.

② 한 원소의 2차 이온화 에너지는 1차 이온화 에너지보다 크다.

③ 같은 주기에서 1차 이온화 에너지는 18족 원소가 가장 크다.

④ 같은 족에서 1차 이온화 에너지는 주기 번호가 클수록 크다.

정답 4번

출제 포인트

원소의 1차·2차 이온화 에너지의 정의와 주기율표에서의 증가·감소 경향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

1차 이온화 에너지는 기체 상태의 중성 원자에서 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 에너지이다. 2차 이온화 에너지는 이미 전자 1개를 잃은 양이온에서 전자를 하나 더 떼어 내는 데 필요한 에너지이므로 보통 1차보다 크다. 같은 주기에서는 유효 핵전하가 커져 오른쪽으로 갈수록 1차 이온화 에너지가 대체로 커지고, 같은 족에서는 전자껍질 수와 차폐 효과가 커져 아래로 갈수록 1차 이온화 에너지가 대체로 작아진다.

선지별 해설

① O: 1차 이온화 에너지는 기체 상태의 중성 원자에서 전자 1개를 제거할 때 필요한 에너지라는 정의에 맞는다.
② O: 2차 이온화 에너지는 양이온에서 전자를 추가로 떼어 내야 하므로 전자와 핵 사이의 인력이 더 크게 작용해 1차 이온화 에너지보다 크다.
③ O: 같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록 1차 이온화 에너지가 커지며, 최외각 전자껍질이 안정한 18족 원소가 가장 크게 나타난다.
④ X: 틀린 부분은 "주기 번호가 클수록 크다"이다. 실제로는 같은 족에서 아래로 내려갈수록 원자 반지름과 차폐 효과가 커져 1차 이온화 에너지가 작아진다.

오답 포인트

같은 주기와 같은 족의 경향을 서로 바꾸어 기억하면 ④를 맞는 설명처럼 보기 쉽다. 이 문항은 오른쪽으로 갈수록 증가한다는 주기 경향과 아래로 갈수록 감소한다는 족 경향을 뒤섞는 함정을 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이온화 에너지 문제는 먼저 같은 주기인지 같은 족인지부터 구분한 뒤, 같은 주기는 오른쪽으로 증가하고 같은 족은 아래로 감소한다는 기본 방향으로 선지를 판단하면 된다. 이후 2차 이온화 에너지가 1차보다 크다는 점을 함께 연결하면 오답을 빠르게 걸러낼 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

이온화 에너지는 주기에서는 오른쪽으로 증가하고, 족에서는 아래로 감소한다.

NoteBase

문 11. 다음은 어떤 중성 원자의 전자 배치이다. 이 원자에 대한 설명으로 옳은 것은?

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

① 3주기 원소이다.

② 준금속 원소이다.

③ 원자가 전자 개수는 2이다.

④ 바닥 상태에서 홀전자 개수는 4이다.

정답 4번

출제 포인트

전자 배치 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$로부터 원자번호, 주기, 원소 분류, 홀전자 수를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

전자 수를 모두 더하면 26이므로 이 원자는 Fe이다. 주기는 가장 큰 주양자수로 정하므로 4주기이고, d 오비탈이 부분적으로 채워진 전이 금속이다. 이 문항에서 원자가전자는 결합에 참여할 수 있는 $4s$와 $3d$ 전자를 함께 보므로 8개이다.

선지별 해설

① X. 가장 큰 주양자수는 4이므로 3주기가 아니라 4주기이다. 틀린 표현은 "3주기"이고, 올바르게는 "4주기 원소이다"이다.
② X. Fe는 금속과 비금속의 중간 성질을 띠는 준금속이 아니라 $3d$ 전이 금속이다. 틀린 표현은 "준금속"이고, 올바르게는 "전이 금속 원소이다"이다.
③ X. $4s^2$만 보면 2처럼 보이지만, 전이 원소의 원자가전자는 일반적으로 $4s$와 미완성 $3d$ 전자를 함께 본다. 따라서 Fe의 원자가전자는 8개이다. 틀린 표현은 "2"이고, 올바르게는 "원자가전자 개수는 8이다"이다.
④ O. 바닥상태의 $3d^6$은 훈트 규칙에 따라 다섯 오비탈에 먼저 한 개씩 채운 뒤 한 오비탈에서만 짝을 이루므로 짝지어지지 않은 전자가 4개 남는다. $4s^2$는 서로 짝을 이루므로 홀전자 수에 더해지지 않는다.

오답 포인트

③은 원자가전자를 최외각 전자만으로 세는 습관을 노린 선택지이다. 전이 원소에서는 ns 전자만 보지 않고 미완성 $(n-1)d$ 전자까지 함께 본다는 점에서 자주 흔들린다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자 배치 문제는 먼저 전체 전자 수로 원소를 찾고, 가장 큰 주양자수로 주기를 정한다. 그다음 d 오비탈 점유 여부로 전이 원소를 판별하고, 훈트 규칙으로 홀전자 수를 센다.

NoteBase

암기 포인트

Fe는 $[Ar]4s^2 3d^6$, 4주기 전이 금속, 홀전자 4개이다.

문 12. 바닥 상태의 사면체 착물 $[MnCl_4]^{2-}$과 팔면체 착물 $[Mn(CN)_6]^{3-}$의 홀전자 개수를 바르게 연결한 것은? (단, Mn의 족 번호는 7이다)

① $[MnCl_4]^{2-}$: 1, $[Mn(CN)_6]^{3-}$: 2

② $[MnCl_4]^{2-}$: 1, $[Mn(CN)_6]^{3-}$: 4

③ $[MnCl_4]^{2-}$: 5, $[Mn(CN)_6]^{3-}$: 2

④ $[MnCl_4]^{2-}$: 5, $[Mn(CN)_6]^{3-}$: 4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 착이온의 산화수와 d 전자 수를 구한 뒤, 리간드 세기와 배위기하를 반영해 바닥 상태의 홀전자 수를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

Mn의 원자번호는 25이므로 중성 Mn의 전자배치는 $[Ar]3d^5 4s^2$이다. $[MnCl_4]^{2-}$에서 Mn은 +2 산화수이므로 d^5이고, Cl^-는 약한 장 리간드여서 사면체 고스핀으로 홀전자 수가 5이다. $[Mn(CN)_6]^{3-}$에서 Mn은 +3 산화수이므로 d^4이고, CN^-는 강한 장 리간드여서 팔면체 저스핀 t_{2g}^4가 되어 홀전자 수가 2이다.

선지별 해설

① X: $[MnCl_4]^{2-}$를 1로 본 점이 틀리다. Mn^{2+}는 d^5이고 사면체 Cl^- 착물은 고스핀이므로 다섯 전자가 모두 홀전자로 남는다. $[Mn(CN)_6]^{3-}$를 2로 본 점은 맞다. 틀린 표현은 '$[MnCl_4]^{2-}$의 홀전자 수 1'이며, 올바르게는 '5'이다.

② X: $[MnCl_4]^{2-}$를 1로 본 점과 $[Mn(CN)_6]^{3-}$를 4로 본 점이 모두 틀리다. Mn^{2+} 사면체 d^5는 5개, Mn^{3+} 팔면체 저스핀 d^4는 2개이다. 틀린 표현은 '$[MnCl_4]^{2-}$의 홀전자 수 1, $[Mn(CN)_6]^{3-}$의 홀전자 수 4'이며, 올바르게는 '5, 2'이다.

③ O: $[MnCl_4]^{2-}$는 5개, $[Mn(CN)_6]^{3-}$는 2개로 각각 맞다. 산화수 계산 뒤 d^n 전자 수와 리간드 세기를 적용하면 바로 도출된다.

④ X: $[MnCl_4]^{2-}$를 5로 본 점은 맞지만 $[Mn(CN)_6]^{3-}$를 4로 본 점이 틀리다. CN^-는 강한 장 리간드이므로 Mn^{3+}의 d^4 전자는 저스핀 t_{2g}^4로 배열되어 홀전자 수가 2이다. 틀린 표현은 '$[Mn(CN)_6]^{3-}$의 홀전자 수 4'이며, 올바르게는 '2'이다.

오답 포인트

Mn의 산화수를 먼저 구하지 않고 리간드 세기만 외우면 $[Mn(CN)_6]^{3-}$를 고스핀으로 오해하기 쉽다. 또 사면체 착물은 대체로 고스핀이라는 점을 놓치면 $[MnCl_4]^{2-}$의 d^5를 1개 홀전자로 잘못 연결하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

착물의 홀전자 수는 '금속 산화수 계산 → d^n 전자 수 확인 → 배위기하 확인 → 리간드 세기로 고스핀·저스핀 판단' 순서로 정리하면 된다. 이 문항에서는 Mn^{2+} 사면체 d^5는 5개, Mn^{3+} 팔면체 강한 장 d^4는 t_{2g}^4로 2개이다.

암기 포인트

Cl^- 사면체 Mn^{2+}는 d^5 고스핀 5개, CN^- 팔면체 Mn^{3+}는 d^4 저스핀 2개이다.

NoteBase

문 13. 다음은 착물의 리간드 치환 반응에 대한 반응식과 표준 반응 엔탈피 ΔH°이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 온도는 모두 TK이고, en은 에틸렌다이아민이다)

$[Ni(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+} + 2en \rightleftharpoons [Ni(en)_2(H_2O)_2]^{2+} + 4NH_3$
$\Delta H^\circ = -10$kJ
ㄱ. 반응의 표준 반응 엔트로피 ΔS°는 0보다 크다.
ㄴ. 반응의 평형 상수 K는 1보다 크다.
ㄷ. $[Ni(en)_2(H_2O)_2]^{2+}$의 입체 이성질체 개수는 2이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 킬레이트 리간드 치환에서의 엔트로피 변화, 그에 따른 평형 방향, 그리고 팔면체 착물의 입체이성질체 수를 함께 판단하는 문제이다.

핵심 개념

en은 이배위 킬레이트 리간드이므로 NH3보다 적은 수의 리간드로 금속에 결합하면서 자유 NH3를 더 많이 방출한다. 따라서 반응물 쪽은 착이온 1종과 en 2분자로 총 3종, 생성물 쪽은 착이온 1종과 NH3 4분자로 총 5종이어서 표준 반응 엔트로피는 0보다 크다. 또 $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$에서 $\Delta H^\circ = -10kJ$이고 $\Delta S^\circ > 0$이므로 $\Delta G^\circ < 0$가 되어 $K > 1$이다. [Ni(en)2(H2O)2]2+는 팔면체 $[M(en)_2a_2]$형으로 cis의 거울상 한 쌍과 trans 1종이 있어 총 3개의 입체이성질체를 가진다.

선지별 해설

ㄱ: O. 생성물 쪽에서 자유 분자 수가 늘어나므로 반응의 표준 반응 엔트로피 ΔS°는 0보다 크다.
ㄴ: O. $\Delta H^\circ < 0$이고 $\Delta S^\circ > 0$이면 모든 T에서 $\Delta G^\circ < 0$이므로 평형 상수 K는 1보다 크다.
ㄷ: X. 틀린 부분은 '입체 이성질체 개수는 2'라는 표현이다. 실제로는 cis-Δ, cis-Λ, trans의 3개이다.
1번: O. 옳은 설명은 ㄱ, ㄴ뿐이므로 1번이 맞다.
2번: X. 틀린 부분은 'ㄷ를 옳다고 본 점'이다. 실제로는 ㄷ이 틀려서 ㄱ, ㄴ만 고른 1번이 맞다.
3번: X. 틀린 부분은 'ㄱ을 제외하고 ㄷ를 포함한 점'이다. 실제로는 ㄱ과 ㄴ이 옳고 ㄷ은 틀리다.
4번: X. 틀린 부분은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다고 본 점'이다. 실제로는 ㄷ이 틀리므로 전부 고른 선택지는 될 수 없다.

NoteBase

오답 포인트

킬레이트 효과를 막연히 '안정하다'로만 외우면 ㄱ과 ㄴ의 연결이 끊긴다. 또 $[M(en)_2a_2]$형에서 cis의 광학이성질체 두 개를 따로 세지 않으면 ㄷ을 참으로 오판하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

치환 반응은 먼저 생성물 쪽 자유 분자 수가 늘어나는지 확인해 ΔS°의 부호를 잡는다. 그다음 ΔH°와 ΔS°의 부호로 ΔG°와 K의 방향을 판단한다. 입체이성질체는 $[M(en)_2a_2]$형이면 trans 1개와 cis 거울상 2개를 따로 세면 된다.

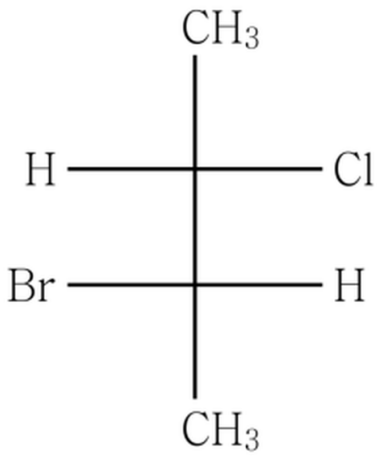
암기 포인트

킬레이트 치환은 자유 분자 수가 늘어 ΔS°가 커지기 쉽고, $[M(en)_2a_2]$의 입체이성질체 수는 trans 1개와 cis 2개를 합한 3개이다.

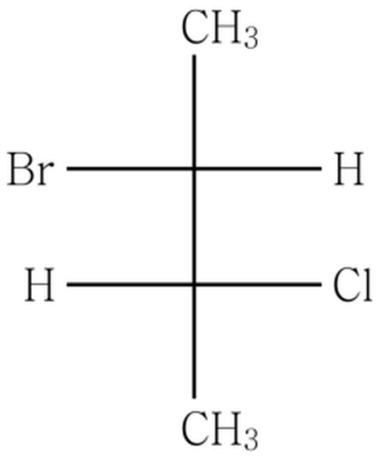
NoteBase

문 14. 다음은 화합물 (가)와 (나)에 대한 피셔 투영도(Fischer projection)이다. 두 화합물의 관계와 (가)의 입체화학 표시를 바르게 연결한 것은?

(가)



(나)



① (가), (나)의 관계: 거울상이성질체(enantiomer), (가)의 입체화학: (2R,3R)

② (가), (나)의 관계: 거울상이성질체(enantiomer), (가)의 입체화학: (2S,3S)

③ (가), (나)의 관계: 부분입체이성질체(diastereomer), (가)의 입체화학: (2R,3R)

④ (가), (나)의 관계: 부분입체이성질체(diastereomer), (가)의 입체화학: (2S,3S)

정답 2번

출제 포인트

피셔 투영식에서 가로와 세로의 방향을 해석하고 CIP 우선순위로 각 입체중심의 R/S를 정한 뒤, 두 구조가 거울상이성질체인지 부분입체이성질체인지 구분하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: (가)와 (나)의 관계를 거울상이성질체로 본 점은 맞지만, (가)의 입체화학 표시가 틀렸다. 틀린 표현은 '(2R,3R)'이고 올바르게는 '(2S,3S)'이다.
② O: (가)는 C2에서 Br > 위 탄소 > CH3 > H, C3에서 Cl > 아래 탄소 > CH3 > H의 우선순위를 갖는다. 두 중심 모두 H가 가로에 있으므로 1→2→3 방향을 반대로 읽어야 하고, 결과는 C2 = S, C3 = S이므로 (2S,3S)이다. (나)는 두 중심이 모두 반전된 (2R,3R)이어서 (가)와 거울상이성질체이다.
③ X: 틀린 표현은 '부분입체이성질체'와 '(2R,3R)'이다. 올바르게는 '(가)와 (나)는 거울상이성질체'이고 '(가)는 (2S,3S)'이다.
④ X: (가)의 입체화학 표시 '(2S,3S)'는 맞지만 두 화합물의 관계가 틀렸다. 틀린 표현은 '부분입체이성질체'이고 올바르게는 '거울상이성질체'이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 피셔 투영식의 가로와 세로를 평면 구조처럼 읽는 데 있다. 특히 최하위 우선순위인 H가 가로에 있을 때 1→2→3의 시계·반시계 방향을 그대로 R/S로 쓰면 (가)를 (2R,3R)로 잘못 판단하기 쉽다. 또 ④처럼 절대배치는 맞고 이성질체 관계만 틀린 선택지가 함께 제시되어 한쪽만 확인하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 피셔 투영식에서 가로는 앞, 세로는 뒤라는 규칙을 확인한다. 다음으로 각 입체중심의 CIP 우선순위를 정한다. 최하위 우선순위가 가로에 있으면 1→2→3의 회전 방향을 반대로 읽어 R/S를 결정한다. 마지막으로 두 구조의 모든 입체중심이 동시에 반전되면 거울상이성질체, 일부만 반전되면 부분입체이성질체로 판단한다.

암기 포인트

피셔 투영식은 가로 앞, 세로 뒤이다. 최하위가 가로면 R/S를 반대로 읽고, 모든 중심이 함께 뒤집히면 거울상이성질체이다.

NoteBase

문 15. 다음은 산화-환원 반응의 균형 반응식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, a ~ e는 반응 계수이다)

$$aCr_2O_7^{2-}(aq) + bH^+(aq) + cI^-(aq) \rightleftharpoons dCr^{3+}(aq) + eI_2(s) + fH_2O(l)$$

① $Cr_2O_7^{2-}$에서 Cr의 산화수는 +7이다.

② I^-은 산화제이다.

③ $(b + c)$는 5이다.

④ 1몰의 $Cr_2O_7^{2-}$이 반응할 때, 6몰의 전자가 이동한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 산화수 변화와 산화-환원 반쪽 반응식을 이용해 반응 계수와 전자 이동 몰수를 판정하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응물은 $Cr_2O_7^{2-}$, H^+, I^-이고 생성물은 Cr^{3+}, I_2, H_2O이다.
산성 용액이므로 H^+와 H_2O로 산소와 수소를 맞춘다.
구해야 할 것은 각 원소의 산화수, 계수 a ~ e, 그리고 1몰의 $Cr_2O_7^{2-}$가 주고받는 전자 몰수이다.

사용할 공식

산화수 합 규칙과 반쪽 반응식 평형을 사용한다.
$2x + 7(-2) = -2$
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$
$2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$
이 규칙을 쓰는 이유는 선지가 산화수, 산화제·환원제, 반응 계수, 전자 이동 수를 모두 묻고 있어 전자수까지 일관되게 맞춰야 하기 때문이다.

계산 과정

1. $Cr_2O_7^{2-}$에서 Cr의 산화수를 x라 두면 $2x - 14 = -2$이므로 $x = +6$이다.
2. Cr은 $+6 \rightarrow +3$으로 환원되므로 Cr 1개당 전자 3몰, Cr 2개가 들어 있는 $Cr_2O_7^{2-}$ 1몰당 전자 6몰을 받는다.
3. I는 $-1 \rightarrow 0$으로 산화된다. $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$이므로 전자 6몰을 맞추려면 이 반응을 3배 하여 $6I^- \rightarrow 3I_2 + 6e^-$로 둔다.
4. 두 반쪽 반응을 합치면 $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6I^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$이다. 따라서 $a = 14$, $b = 6$, $c = 2$, $d = 3$, $e = 7$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: $Cr_2O_7^{2-}$에서 Cr의 산화수는 +7이 아니라 +6이다. 틀린 표현은 'Cr의 산화수는 +7'이고, 올바르게는 'Cr의 산화수는 +6'이다.
2번 X: I^-는 I_2로 산화되면서 전자를 내놓으므로 산화제가 아니라 환원제이다. 틀린 표현은 '산화제'이고, 올바르게는 '환원제'이다.
3번 X: 반응식 평형 결과 $b = 6$, $c = 2$이므로 $b + c = 8$이다. 틀린 표현은 '(b+c)는 5'이고, 올바르게는 '(b+c)는 8'이다.
4번 O: $Cr_2O_7^{2-}$ 1몰이 $2Cr^{3+}$로 환원될 때 Cr 두 원자가 각각 전자 3몰씩 받아 총 전자 6몰이 이동한다. 따라서 4번이 옳다.

오답 포인트

Cr의 산화수를 O 원자 수 7개 때문에 +7로 착각하거나, I^-가 생성물 쪽에서 I_2로 바뀌는 것을 보고도 산화제·환원제를 반대로 쓰기 쉽다. 또 계수 합을 묻는 선지에서 반쪽 반응을 맞추지 않고 감으로 숫자를 고르면 3번을 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

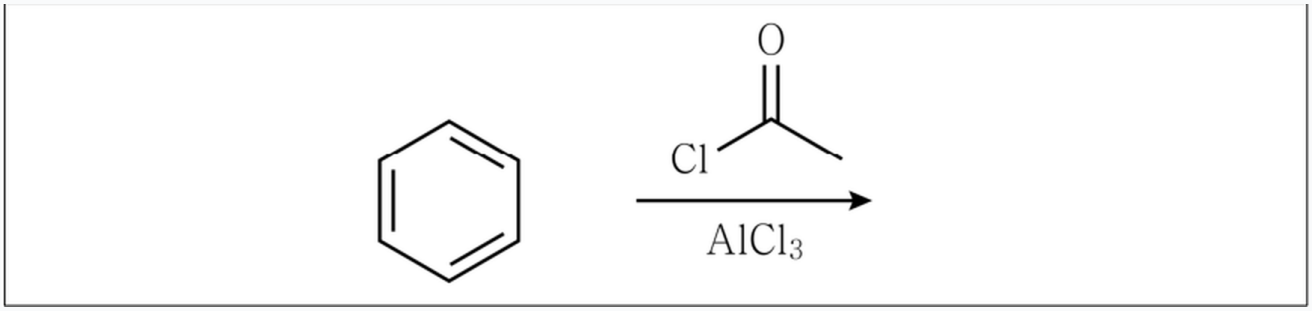
산화-환원식 문제는 먼저 산화수를 구해 산화된 종과 환원된 종을 찾고, 다음에 반쪽 반응으로 전자 수를 맞춘 뒤, 마지막에 계수와 전자 몰수를 선지와 대조하는 순서로 판단한다.

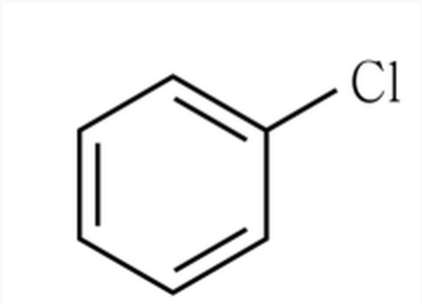
암기 포인트

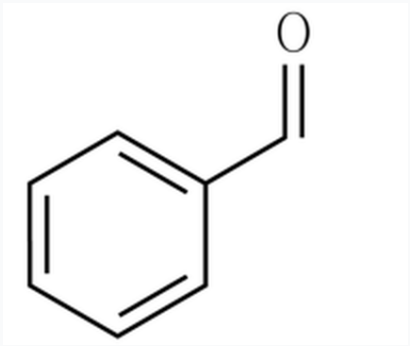
$Cr_2O_7^{2-}$의 Cr은 +6, 산성 용액에서 $Cr_2O_7^{2-}$ 1몰은 전자 6몰을 받고 I^-는 환원제가 된다.

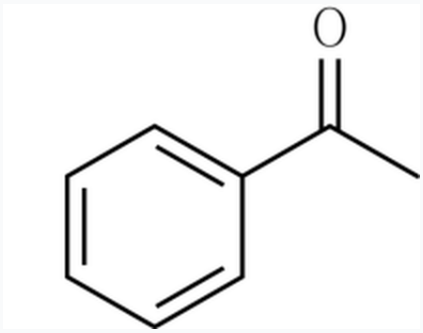
NoteBase

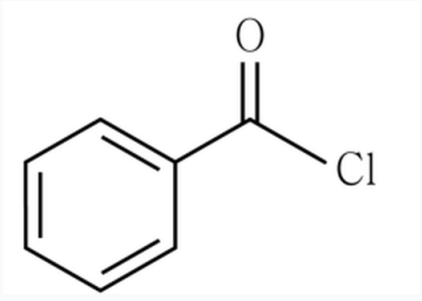
문 16. 다음 반응의 주생성물은?



① 

② 

③ 

④ 

NoteBase

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 벤젠의 프리델-크래프츠 아실화에서 아실기가 방향족 고리에 치환되어 아릴 케톤이 생성된다는 점을 묻는다.

선지별 해설

1번: X. 이 구조는 클로로벤젠이다. 제시된 조건은 염소 치환 반응이 아니라 아실 양이온 CH_3CO^+이 벤젠 고리에 치환되는 친전자성 방향족 치환이다. 틀린 표현은 염소가 도입된다는 점이며, 올바르게는 아세틸기 $COCH_3$가 도입된다.
2번: X. 이 구조는 벤즈알데하이드이다. 제시된 시약은 포밀기 CHO를 도입하지 않는다. 틀린 표현은 알데하이드가 생성된다는 점이며, 올바르게는 메틸을 가진 아실기 $COCH_3$가 도입된 케톤이 생성된다.
3번: O. 이 구조는 아세토페논이다. 아세틸 클로라이드가 $AlCl_3$와 반응해 만든 아실 양이온이 벤젠 고리에 치환되면 벤젠-CO-CH3 구조의 케톤이 생성되므로 주생성물에 해당한다.
4번: X. 이 구조는 벤조일 클로라이드형 구조로서 $COCl$가 그대로 남아 있다. 프리델-크래프츠 아실화의 생성물은 염화아실기가 보존된 화합물이 아니다. 틀린 표현은 $COCl$ 전체가 생성물에 남는다는 점이며, 올바르게는 염소가 떨어진 뒤 벤젠-CO-CH3 형태의 케톤이 생성된다.

오답 포인트

1번처럼 염소가 보이면 벤젠의 할로젠화로 착각하기 쉽고, 4번처럼 시약의 $COCl$ 전체가 그대로 붙는다고 오해하기 쉽다. 이 반응에서 실제로 도입되는 치환기는 $RCO-$이지 $RCOCl$이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

벤젠과 $RCOCl$, $AlCl_3$ 조합이 보이면 프리델-크래프츠 아실화로 판단한다. 생성물은 방향족 고리에 COR가 붙은 아릴 케톤인지부터 확인하면 된다.

암기 포인트

프리델-크래프츠 아실화는 벤젠에 $RCO-$를 붙여 아릴 케톤을 만드는 반응이다.

NoteBase

문 17. 아세톤과 물이 용액을 이루는 과정의 엔탈피 변화 Δ H_용액는 0보다 작다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 단열 조건에서 아세톤과 물을 혼합하면 온도가 높아진다.
ㄴ. 아세톤 수용액은 라울(Raoult)의 법칙을 만족한다.
ㄷ. 액체의 분자 간 인력은 아세톤-물이 아세톤-아세톤과 물-물의 평균값보다 작다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 혼합 엔탈피의 부호와 그에 따른 온도 변화, 분자 간 인력, 라울의 법칙 편차를 연결해 판단하는 문제이다.

핵심 개념

이상용액은 A-B 인력이 A-A와 B-B 인력의 평균과 비슷하여 혼합열이 거의 0이고 라울의 법칙을 잘 따른다. 아세톤-물 혼합은 A-B 인력이 평균보다 커서 혼합 시 열이 방출되는 발열 혼합이며 라울의 법칙에 음의 편차를 보인다.

선지별 해설

① O: ㄱ만 옳다. 혼합 엔탈피가 0보다 작으면 발열 혼합이므로 단열 조건에서는 방출된 열이 계 안에 남아 용액의 온도가 올라간다.
② X: 틀린 부분은 "ㄴ"이다. 아세톤 수용액은 라울의 법칙을 정확히 만족하는 이상용액이 아니라, 아세톤-물 인력이 더 커서 증기압이 낮아지는 음의 편차를 보인다.
③ X: 틀린 부분은 "ㄷ"을 옳다고 묶은 점이다. ㄷ은 아세톤-물 인력이 아세톤-아세톤과 물-물 인력의 평균보다 작다고 했지만, 올바르게는 더 크다. 따라서 ㄱ, ㄷ이 아니라 ㄱ만 옳다.
④ X: 틀린 부분은 "ㄴ, ㄷ"을 옳다고 묶은 점이다. ㄴ은 이상용액이라는 판단이 틀리고, ㄷ은 이종 분자 간 인력이 더 작다고 한 점이 틀리다. 올바르게는 ㄱ만 옳다.

오답 포인트

혼합 엔탈피가 음수이면 온도가 내려간다고 거꾸로 연결하거나, 라울의 법칙에서 벗어나는 이유를 인력 약화로 오해하기 쉽다. 이 문항은 발열 혼합이면 이종 분자 간 인력이 더 강하다는 연결을 묻는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

혼합 엔탈피의 부호를 먼저 본다. 음수이면 발열 혼합이므로 단열에서 온도는 올라가고, 동시에 A-B 인력이 강해져 라울의 법칙에는 음의 편차를 보인다고 판단하면 된다.

암기 포인트

혼합열 음수 = 발열 = 이종 분자 간 인력 강함 = 라울의 법칙 음의 편차이다.

NoteBase

문 18. 다음은 강철 용기에서 $A \rightarrow B$ 반응을 진행한 결과이고, 이 반응의 반응 속도는 $k[A]^2$이다. 속도 상수 k와 t_1을 바르게 연결한 것은? (단, 온도는 일정하다)

반응 시간[min]	0	30	t_1
A의 농도[M]	1.0×10^{-3}	2.5×10^{-4}	2.0×10^{-4}

① $k[M^{-1}min^{-1}]$: 50, t_1: 40

② $k[M^{-1}min^{-1}]$: 50, t_1: 45

③ $k[M^{-1}min^{-1}]$: 100, t_1: 40

④ $k[M^{-1}min^{-1}]$: 100, t_1: 45

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 2차 반응의 적분 속도식 $\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]_0}$를 이용해 k와 특정 농도에 도달하는 시간 t_1을 구하는 문제이다.

조건 정리

초기 농도는 $[A]_0 = 1.0 \times 10^{-3}M$이다. 30분 후 농도는 $[A] = 2.5 \times 10^{-4}M$이다. 구할 값은 속도 상수 k와 $[A] = 2.0 \times 10^{-4}M$일 때의 시간 t_1이다. 반응 속도식이 $k[A]^2$이므로 단일 반응물의 2차 반응으로 본다.

사용할 공식

사용 공식은 $\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]_0}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 반응 속도가 $k[A]^2$로 주어졌기 때문이다. 2차 반응은 $[A]$가 아니라 $\frac{1}{[A]}$가 시간에 따라 직선적으로 변한다.

계산 과정

1. 30분 시점까지 적분 속도식을 적용하면 $\frac{1}{2.5 \times 10^{-4}} = 30k + \frac{1}{1.0 \times 10^{-3}}$이다.
2. 이를 정리하면 $4000 = 30k + 1000$이므로 $30k = 3000$, 따라서 $k = 100M^{-1}min^{-1}$이다.
3. $[A] = 2.0 \times 10^{-4}M$일 때는 $\frac{1}{2.0 \times 10^{-4}} = 100t_1 + 1000$이다.
4. $5000 = 100t_1 + 1000$이므로 $100t_1 = 4000$, 따라서 $t_1 = 40min$이다.

NoteBase

선지 판단

1번: X. $t_1 = 40min$은 맞지만 $k = 50M^{-1}min^{-1}$는 틀리다. 30분 동안 $\frac{1}{[A]}$가 1000에서 4000으로 3000만큼 증가하므로 $k = \frac{3000}{30} = 100$이다. 틀린 표현은 $k = 50$이고, 올바르게는 $k = 100M^{-1}min^{-1}$, $t_1 = 40min$이다.

2번: X. $k = 50M^{-1}min^{-1}$도 틀리고 $t_1 = 45min$도 틀리다. 2차 반응에서는 농도 자체가 아니라 $\frac{1}{[A]}$의 변화량을 써야 하므로 정답 쌍은 $(100, 40)$이다. 틀린 표현은 50, 45이고, 올바르게는 100, 40이다.

3번: O. 계산 결과 $k = 100M^{-1}min^{-1}$, $t_1 = 40min$이므로 제시된 값이 모두 맞다.

4번: X. $k = 100M^{-1}min^{-1}$는 맞지만 $t_1 = 45min$는 틀리다. $[A] = 2.0 \times 10^{-4}M$일 때는 $\frac{1}{[A]} = 5000$이므로 $t_1 = \frac{5000 - 1000}{100} = 40min$이다. 틀린 표현은 $t_1 = 45min$이고, 올바르게는 $t_1 = 40min$이다.

오답 포인트

2차 반응인데 1차 반응처럼 $\ln[A]$를 떠올리거나, 농도 감소 비율만 보고 시간을 비례식으로 잡으면 틀린다. 이 문제의 함정은 30분에 농도가 4분의 1이 되었다는 사실에 끌려서 반응 시간이 단순 비례한다고 착각하는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

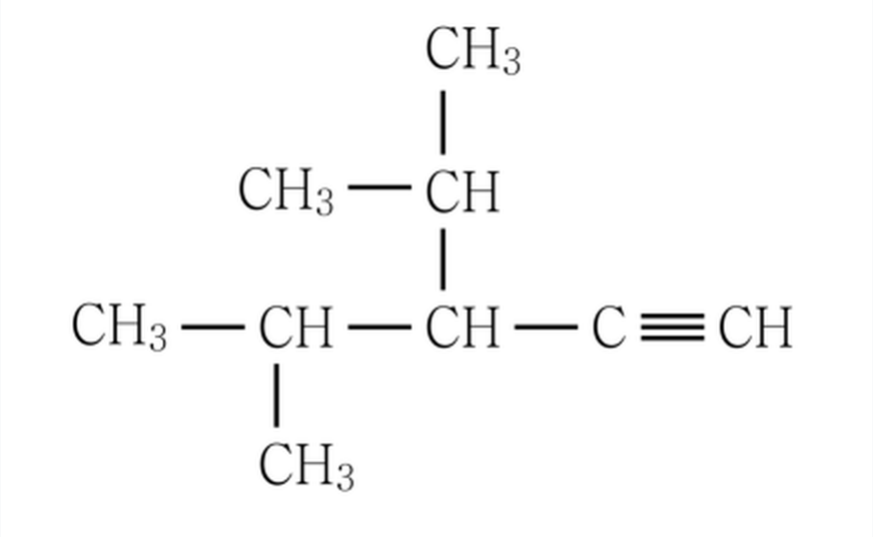
반응 차수를 먼저 확인한 뒤 적분 속도식을 고른다. 2차 반응이면 $[A]$가 아니라 $\frac{1}{[A]}$를 계산하고, 초기값과 목표값의 차이를 이용해 k와 시간을 구한다.

암기 포인트

단일 반응물 2차 반응은 $[A]$가 아니라 $\frac{1}{[A]}$가 시간에 선형이다.

NoteBase

문 19. 다음 화합물의 IUPAC 이름은?



① 2-methyl-3-propyl-1-pentyne

② 2-methyl-3-isopropyl-1-pentyne

③ 3-isopropyl-4-methyl-1-pentyne

④ 3,3-diisopropyl-1-pentyne

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 구조식에서 삼중 결합을 포함하는 모체사슬을 정하고, 삼중 결합이 가장 작은 번호를 받도록 번호를 매긴 뒤 치환기의 종류와 위치를 올바르게 읽는지를 묻는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 3번 탄소에 붙은 가지는 직선 propyl기가 아니라 CH(CH3)2 형태의 isopropyl기이다. 또한 methyl의 위치도 2가 아니라 4이다. 틀린 표현은 "3-propyl"과 "2-methyl"이고, 올바르게는 "3-isopropyl"과 "4-methyl"이다.
② X: isopropyl기의 종류는 맞지만 번호 매김이 틀렸다. 삼중 결합은 가능한 가장 작은 번호를 받아야 하므로 오른쪽 말단에서 번호를 매겨야 하고, 그 결과 methyl은 2번이 아니라 4번 탄소에 놓인다. 틀린 표현은 "2-methyl"이고, 올바르게는 "4-methyl"이다.
③ O: 모체사슬은 삼중 결합을 포함한 5탄소 사슬이므로 1-pentyne이고, 번호를 오른쪽 말단에서 매기면 3번 탄소에 isopropyl기, 4번 탄소에 methyl기가 있다. 보기의 표기 체계에서는 3-isopropyl-4-methyl-1-pentyne이 맞다.
④ X: 3번 탄소에 isopropyl기가 두 개 붙은 구조가 아니다. 한 개는 3번 탄소의 isopropyl기이고, 다른 가지는 4번 탄소의 methyl기이다. 틀린 표현은 "3,3-diisopropyl"이고, 올바르게는 "3-isopropyl-4-methyl"이다.

오답 포인트

왼쪽에서부터 기계적으로 번호를 매기면 methyl 위치를 2로 잘못 읽기 쉽다. 또한 위쪽 가지를 propyl로 뭉뚱그리면 안 되고, 가지의 연결 탄소가 가운데 탄소 하나인 CH(CH3)2 형태인지부터 확인해야 isopropyl로 판별된다.

다시 나오면 이렇게 판단

삼중 결합이나 이중 결합이 있으면 먼저 그 다중결합을 포함하는 모체사슬을 잡고, 다중결합이 가장 작은 번호를 받도록 번호를 매긴 뒤 치환기의 모양과 위치를 읽는다.

암기 포인트

알카인 명명은 다중결합 번호 우선이고, 연결점이 CH(CH3)2이면 isopropyl로 읽는다.

NoteBase

문 20. 25 °C에서 농도가 같은 HF(aq), NaF(aq), NaOH(aq)을 다양한 부피 비로 혼합하여 여러 가지 완충 용액을 만들었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 25 °C에서 HF의 산 해리 상수는 K_a이고, 완충 용액의 부피는 모두 같다)

① F^-은 강염기이다.
② 완충 용액의 pH는 $(pK_a - \log \frac{[F^-]}{[HF]})$이다.
③ 두 완충 용액의 $\frac{[F^-]}{[HF]}$가 같으면 완충 용량이 같다.
④ 완충 용액에 NaOH(s)를 첨가하면 $\frac{[F^-]}{[HF]}$가 커진다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 약산-짝염기 완충용액에서 Henderson-Hasselbalch 식과 완충 용량의 결정 요인을 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

완충 용액은 약산 HF와 그 짝염기 F^-가 함께 있어 외부의 산이나 염기가 들어와도 pH 변화가 작게 나타나는 용액이다. 완충 용액의 pH는 $pH = pK_a + \log \frac{[F^-]}{[HF]}$로 나타내고, $\frac{[F^-]}{[HF]}$는 pH를 정하지만 완충 용량은 $[HF] + [F^-]$ 같은 완충 성분의 총농도에도 좌우된다.

선지별 해설

① X: 틀린 표현은 '강염기'이다. F^-는 약산 HF의 짝염기이므로 물과 부분적으로 반응하는 약염기이다. 올바르게는 'F^-는 약염기이다'이다.
② X: 틀린 표현은 '$pK_a - \log \frac{[F^-]}{[HF]}$'이다. Henderson-Hasselbalch 식은 $pH = pK_a + \log \frac{[F^-]}{[HF]}$이다. 올바르게는 '완충 용액의 pH는 $pK_a + \log \frac{[F^-]}{[HF]}$이다'이다.
③ X: 틀린 표현은 '완충 용량이 같다'이다. $\frac{[F^-]}{[HF]}$가 같으면 pH는 같지만, 완충 용량은 완충 성분의 총농도가 클수록 커진다. 올바르게는 '두 완충 용액의 $\frac{[F^-]}{[HF]}$가 같으면 pH가 같고, 완충 용량은 총농도까지 보아야 한다'이다.
④ O: NaOH를 넣으면 OH^-가 HF를 중화하여 $HF + OH^- \rightarrow F^- + H_2O$가 진행된다. 따라서 $[HF]$는 감소하고 $[F^-]$는 증가하므로 $\frac{[F^-]}{[HF]}$는 커진다.

오답 포인트

완충 문제에서는 (염기형)/(산형) 비와 완충 용량을 같은 것으로 착각하기 쉽다. ②는 식의 부호를 반대로 바꾼 함정이고, ③은 같은 비율이면 pH만 같다는 점을 놓치게 만드는 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

완충 용액 문제는 먼저 약산과 짝염기 쌍을 찾고, 다음에 (염기형)/(산형) 비는 pH를 정하고 완충 성분의 총농도는 완충 용량을 정한다는 두 축으로 나누어 판단한다.

암기 포인트

완충식은 '+ (염기형)/(산형)'이고, 같은 비율은 같은 pH를 뜻할 뿐 같은 완충 용량을 뜻하지는 않는다.

NoteBase