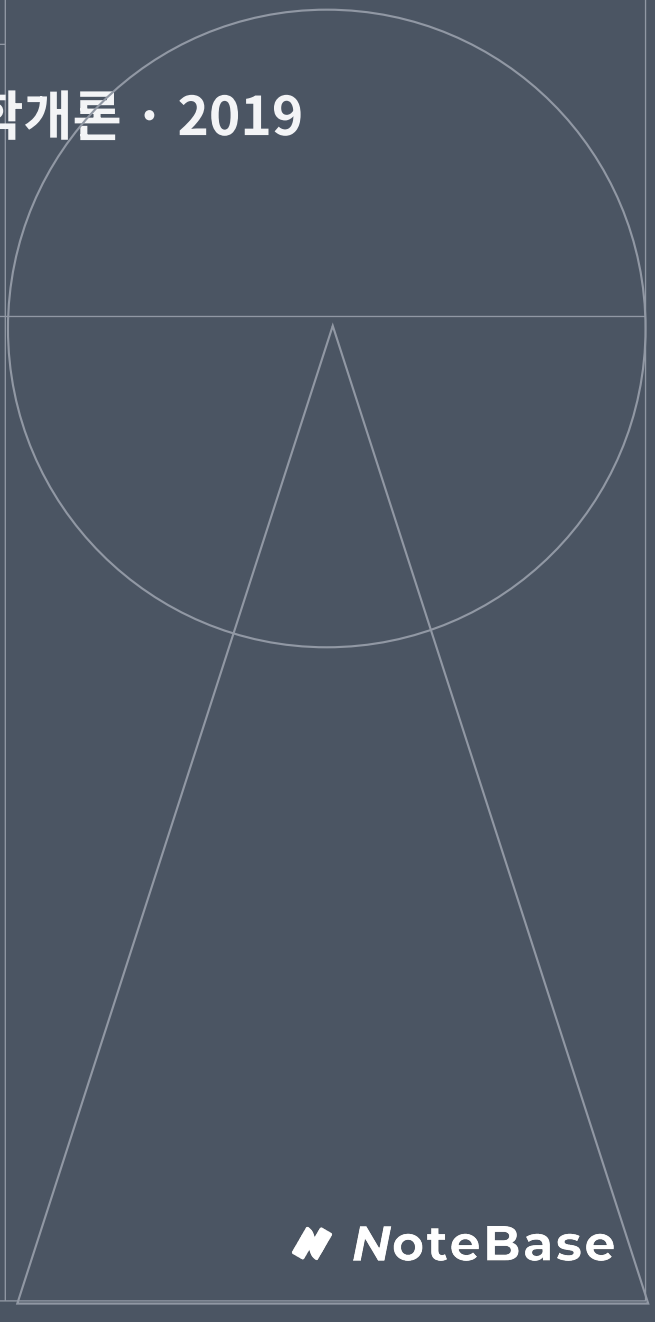
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2019



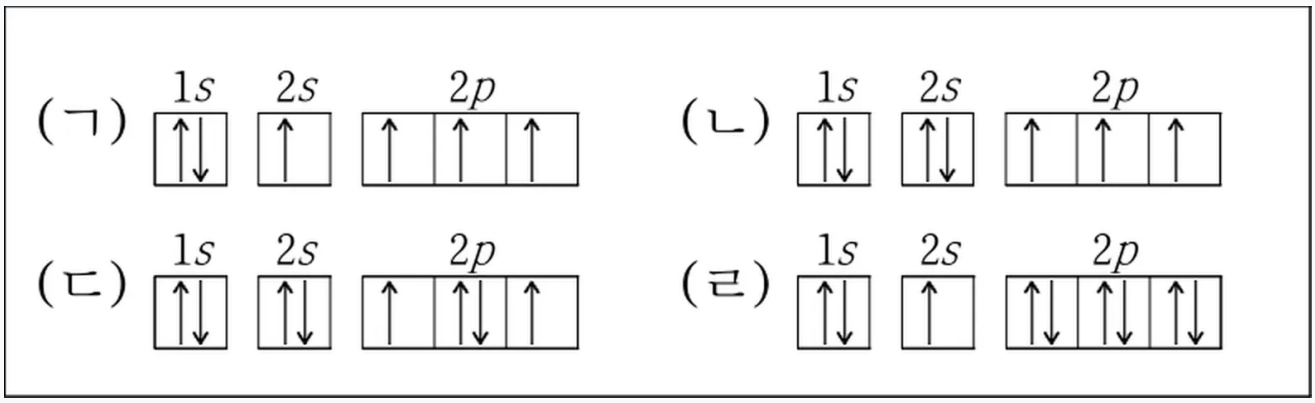
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2019

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2019

문 1. 다음은 4가지 원자의 전자 배치를 나타낸 것이다. (ㄱ)~(ㄹ) 중 바닥 상태에 해당하는 것의 개수는?



① 0

② 1

③ 2

④ 3

⑤ 4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 전자가 낮은 에너지의 오비탈부터 채워지는 원리와 훈트 규칙을 이용하여 바닥 상태 전자배치를 판별하는 문제이다.

핵심 개념

바닥 상태는 전자가 가능한 한 낮은 에너지의 오비탈부터 채워진 가장 안정한 상태이다. 2p 오비탈처럼 에너지가 같은 세 오비탈에는 전자를 먼저 하나씩 같은 방향으로 채운 뒤 짝을 이룬다.

ㄴ은 $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$으로 2p의 세 오비탈에 전자가 하나씩 들어가 있으므로 바닥 상태이다. ㄷ은 $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$으로 2p에 전자 하나씩 채운 뒤 한 오비탈에서 짝을 이룬 배치이므로 바닥 상태이다.

ㄱ은 2s가 완전히 채워지기 전에 2p에 전자가 들어가 있고, ㄹ은 2s 전자 하나가 2p로 올라가 있으므로 들뜬 상태이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 바닥 상태 원자는 ㄴ, ㄷ의 2개이다. 틀린 표현은 '0개'이며, 올바르게는 '2개'이다.
② X: ㄴ과 ㄷ이 모두 바닥 상태이므로 1개가 아니다. 틀린 표현은 '1개'이며, 올바르게는 '2개'이다.
③ O: ㄴ은 $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$, ㄷ은 $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$의 바닥 상태 전자배치이므로 바닥 상태에 해당하는 것은 2개이다.
④ X: ㄱ은 $1s^2\ 2s^1\ 2p^3$으로 2s가 완전히 채워지기 전에 2p에 전자가 들어간 들뜬 상태이고, ㄹ도 $1s^2\ 2s^1\ 2p^6$으로 들뜬 상태이다. 틀린 표현은 '3개'이며, 올바르게는 '2개'이다.
⑤ X: 네 배치가 모두 바닥 상태가 아니다. ㄱ과 ㄹ은 2s 전자가 2p로 이동한 들뜬 배치이다. 틀린 표현은 '4개'이며, 올바르게는 '2개'이다.

오답 포인트

2p 오비탈 안에서 전자가 짝을 이룬 모습만 보고 ㄷ을 들뜬 상태로 오해하기 쉽다. $2p^4$의 바닥 상태는 세 오비탈에 하나씩 채운 뒤 한 오비탈에만 짝을 이루므로, ㄷ의 배치는 훈트 규칙에 맞는다. 또한 세 개의 2p 오비탈은 에너지가 같으므로 짝지어진 전자가 어느 칸에 그려져 있든 판정은 달라지지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 1s, 2s, 2p 순으로 낮은 에너지 오비탈이 채워졌는지 확인한다. 이어서 2p에서는 세 칸에 전자가 하나씩 먼저 들어간 뒤에 짝이 생겼는지를 확인하면 바닥 상태를 판별할 수 있다.

암기 포인트

낮은 오비탈부터 채우고, 같은 에너지의 p 오비탈은 한 칸씩 먼저 채운다.

NoteBase

문 2. 밑줄 친 원자의 산화수가 가장 큰 것은?

① $\underline{N}_2$

② $\underline{Cu}SO_4$

③ $\underline{N}_2H_4$

④ $\underline{N}O_3^-$

⑤ $H_2\underline{S}O_4$

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 화합물 또는 이온의 전하와 산화수의 합을 이용하여 밑줄 친 원자의 산화수를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

산화수는 결합 전자를 더 전기음성도가 큰 원자에 모두 준 것으로 가정할 때 각 원자에 배정되는 전하이다. 원소 상태의 원자는 0이고, 중성 화합물에서는 산화수의 합이 0, 이온에서는 그 합이 이온의 전하와 같다. 일반적으로 H는 +1, O는 -2이다.

선지별 해설

① X: N_2는 원소 상태이므로 밑줄 친 N의 산화수는 0이다. 틀린 판단인 '가장 크다'는 '산화수는 0이다'로 고쳐야 한다.

② X: $CuSO_4$에서 황산 이온 SO_4^{2-}의 전하가 -2이므로 Cu의 산화수는 +2이다. '가장 크다'가 아니라 'Cu의 산화수는 +2이다'가 맞다.

③ X: N_2H_4는 중성이므로 $2x + 4(+1) = 0$에서 N의 산화수는 -2이다. '가장 크다'가 아니라 'N의 산화수는 -2이다'가 맞다.

④ X: NO_3^-에서 $x + 3(-2) = -1$이므로 N의 산화수는 +5이다. '가장 크다'가 아니라 'N의 산화수는 +5이다'가 맞다.

⑤ O: H_2SO_4에서 $2(+1) + x + 4(-2) = 0$이므로 S의 산화수는 +6이다. +6은 0, +2, -2, +5보다 크므로 가장 크다.

오답 포인트

④의 질소도 +5로 큰 값이지만, ⑤의 황은 +6이다. 질산 이온의 N과 황산의 S를 모두 최고 산화 상태로 혼동하면 ④를 고르기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

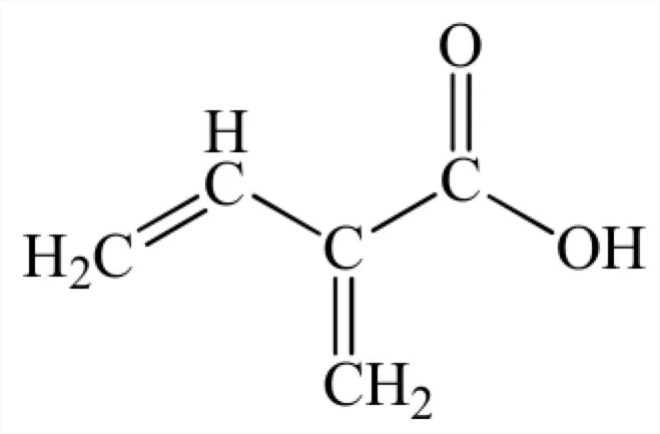
먼저 원소 상태인지 확인하고, 화합물은 산화수의 합을 0, 이온은 이온 전하로 놓는다. 이어서 H는 +1, O는 -2를 대입하여 미지수로 둔 밑줄 원자의 산화수를 구한 뒤 수치를 비교한다.

암기 포인트

원소 상태는 0, 질산의 N은 +5, 황산의 S는 +6이다.

NoteBase

문 3. 다음 분자에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 알카인(alkyne)이다.

② 방향족이다.

③ 카복실산이다.

④ 알코올이다.

⑤ 포화탄화수소이다.

정답 3번

출제 포인트

구조식에서 탄소-산소 이중결합과 OH가 같은 탄소에 결합한 -COOH를 찾아 카복실산인지 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① X: 알카인은 탄소-탄소 삼중결합 C≡C를 가져야 하나, 구조식에는 삼중결합이 없다. 틀린 표현 '알카인' → 올바르게는 '이중결합을 포함하는 화합물'이다.
② X: 방향족 화합물은 보통 벤젠 고리와 같은 방향족 고리 구조를 가져야 하나, 제시된 구조식에는 고리 구조가 없다. 틀린 표현 '방향족' → 올바르게는 '비방향족 화합물'이다.
③ O: 오른쪽 끝에 -C(=O)OH, 즉 카복실기(-COOH)가 있으므로 카복실산이다.
④ X: OH가 보이지만 카보닐 탄소와 함께 -COOH를 이루므로 알코올의 하이드록실기가 아니다. 틀린 표현 '알코올' → 올바르게는 '카복실산'이다.
⑤ X: 포화탄화수소는 탄소와 수소만으로 이루어지고 탄소-탄소 단일결합만 가진다. 이 물질은 산소를 포함하며 C=C 이중결합도 있다. 틀린 표현 '포화탄화수소' → 올바르게는 '불포화 카복실산'이다.

NoteBase

오답 포인트

④처럼 OH만 보고 알코올로 판단하기 쉽다. OH가 카보닐기 C=O와 같은 탄소에 붙어 -COOH를 이루면 알코올이 아니라 카복실산이다.

다시 나오면 이렇게 판단

구조식에서 먼저 -COOH, -OH, C=O처럼 기능기를 묶어서 확인한다. 그다음 C=C 또는 C≡C의 존재로 불포화 여부와 알켄·알카인 여부를 구분한다.

암기 포인트

-COOH는 카복실산, C≡C는 알카인, C=C는 알켄의 표지이다.

NoteBase

문 4. 다음은 평형에 있는 반응계이다. 각각의 반응계에서 부피가 감소할 때, 평형의 위치가 이동하는 방향이 다른 하나는? (단, 온도는 일정하다.)

① $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightleftharpoons 4PCl_3(l)$

② $N_2O(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons 3NO(g)$

③ $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$

④ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

⑤ $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

정답 2번

출제 포인트

온도가 일정할 때 부피 변화에 따라 기체 몰수의 합이 더 작은 쪽으로 평형이 이동하는지를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

부피가 감소하면 압력이 커지므로 평형은 기체 분자 수, 즉 기체 몰수의 합이 더 작은 쪽으로 이동한다. 고체와 액체는 기체 몰수 비교에서 제외한다.

선지별 해설

① X: 좌변의 기체는 Cl_2 6몰이고 우변의 PCl_3는 액체이므로 기체 몰수는 좌변 6몰, 우변 0몰이다. 부피가 감소하면 기체 몰수가 작은 우변, 즉 정반응 쪽으로 이동한다. 틀린 판단은 '다른 방향으로 이동한다'는 것이며, 올바르게는 ③~⑤와 같은 정반응 쪽이다.

② O: 좌변의 기체 몰수는 2몰, 우변은 3몰이다. 부피가 감소하면 기체 몰수가 더 작은 좌변으로 이동하므로 역반응 쪽으로 이동한다.

③ X: 좌변의 기체 몰수는 2몰, 우변은 1몰이다. 따라서 부피 감소 시 우변인 정반응 쪽으로 이동한다. 틀린 판단은 '다른 방향으로 이동한다'는 것이며, 올바르게는 ①·④·⑤와 같은 정반응 쪽이다.

④ X: 좌변의 기체 몰수는 4몰, 우변은 2몰이다. 따라서 부피 감소 시 우변인 정반응 쪽으로 이동한다. 틀린 판단은 '다른 방향으로 이동한다'는 것이며, 올바르게는 ①·③·⑤와 같은 정반응 쪽이다.

⑤ X: 좌변의 기체 몰수는 3몰, 우변은 2몰이다. 따라서 부피 감소 시 우변인 정반응 쪽으로 이동한다. 틀린 판단은 '다른 방향으로 이동한다'는 것이며, 올바르게는 ①·③·④와 같은 정반응 쪽이다.

NoteBase

오답 포인트

①에서 P_4는 고체, PCl_3는 액체이므로 기체 몰수에 넣지 않는 점이 함정이다. ②만 생성물 쪽 기체 몰수가 더 많아 부피 감소 시 좌변으로 이동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식의 양쪽에서 기체 상태인 물질의 계수만 더한다. 부피 감소에서는 더 작은 쪽, 부피 증가에서는 더 큰 쪽으로 평형이 이동한다. 양쪽 기체 몰수가 같으면 부피 변화로 평형은 이동하지 않는다.

암기 포인트

부피 감소 → 기체 몰수 작은 쪽, 부피 증가 → 기체 몰수 큰 쪽이다.

NoteBase

문 5. 다음 중 축합 중합 반응을 하는 단위체는?

① CH_2CH_2

② CF_2CF_2

③ CH_2CHCH_3

④ $HOCH_2CH_2OH$

⑤ $CH_2CHCHCH_2$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 첨가 중합 단위체와 축합 중합 단위체를 구별하는 문제이다. 축합 중합은 두 개 이상 반응할 수 있는 작용기를 가진 단위체들이 결합하면서 물과 같은 작은 분자를 함께 내놓는 중합 반응이다.

핵심 개념

첨가 중합 단위체는 보통 탄소-탄소 이중 결합이 열리면서 연결되는 비닐 화합물이다. 축합 중합 단위체는 말단에 -OH, -COOH, $-NH_2$와 같은 작용기를 두 개 이상 가져 다른 단위체와 반복적으로 결합할 수 있다.
에틸렌글라이콜은 양 끝에 -OH를 가진 2가 알코올이다.

선지별 해설

① X: 에틸렌은 탄소-탄소 이중 결합이 열려 연결되는 첨가 중합 단위체이다. '축합 중합을 하는 단위체'라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 첨가 중합 단위체이다.
② X: 테트라플루오로에틸렌은 탄소-탄소 이중 결합을 이용해 폴리테트라플루오로에틸렌으로 첨가 중합한다. '축합 중합을 하는 단위체'라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 첨가 중합 단위체이다.
③ X: 프로펜은 탄소-탄소 이중 결합이 열려 폴리프로필렌을 만드는 첨가 중합 단위체이다. '축합 중합을 하는 단위체'라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 첨가 중합 단위체이다.
④ O: 에틸렌글라이콜 $HOCH_2CH_2OH$은 양 끝의 -OH 작용기로 디카복실산 등과 반응하여 에스터 결합을 만들고, 물을 내놓는 축합 중합에 참여한다.
⑤ X: 1,3-부타다이엔은 이중 결합을 이용하여 연결되는 첨가 중합 단위체이다. '축합 중합을 하는 단위체'라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 첨가 중합 단위체이다.

오답 포인트

①, ②, ③, ⑤처럼 이중 결합을 가진 물질은 반응성이 있어 보이지만, 이 문항에서는 그 이중 결합이 열리는 첨가 중합 단위체이다. ④의 핵심은 이중 결합이 아니라 양쪽 끝에 있는 두 개의 -OH이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 탄소-탄소 이중 결합 하나를 중심으로 한 비닐 화합물인지 확인한다. 그러한 물질은 첨가 중합으로 판단한다. 다음으로 분자 양 끝에 -OH, -COOH, $-NH_2$ 등의 작용기가 두 개 이상 있는지 확인하면 축합 중합 단위체를 찾을 수 있다.

암기 포인트

이중 결합이 열리면 첨가 중합, 양끝 작용기가 결합하며 작은 분자가 빠지면 축합 중합이다.

NoteBase

문 6. 다음은 25°C, 1atm에서 4가지 반응의 열화학 반응식을 나타낸 것이다. 반응 (ㄱ)~(ㄹ) 중 온도에 관계없이 항상 자발적인 반응의 개수는? (단, 압력은 1atm으로 일정하고, 온도에 따른 ΔH와 ΔS의 변화는 없다.)

(ㄱ) $N_2H_4(g) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H < 0$
(ㄴ) $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g) \quad \Delta H > 0$
(ㄷ) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) \quad \Delta H < 0$
(ㄹ) $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g) \quad \Delta H > 0$

① 0
② 1
③ 2
④ 3
⑤ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$를 이용하여 온도와 관계없이 자발적인 조건을 판단하는 문제이다. 절대온도 T가 양수이므로 $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$이면 모든 온도에서 $\Delta G < 0$이다.

핵심 개념

자발성은 ΔG의 부호로 판단한다. 발열 반응은 $\Delta H < 0$이고, 기체 몰수가 증가하거나 액체가 기체가 되면 일반적으로 $\Delta S > 0$이다.
(ㄱ)은 기체 몰수가 2몰에서 3몰로 증가하고 $\Delta H < 0$이므로 $\Delta S > 0$이며, 모든 온도에서 자발적이다.
(ㄴ)은 $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$이므로 어떤 온도에서도 자발적이지 않다.
(ㄷ)은 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$이므로 낮은 온도에서만 자발적일 수 있다.
(ㄹ)은 액체가 기체가 되어 $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$이므로 높은 온도에서만 자발적일 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 온도와 관계없이 항상 자발적인 반응은 (ㄱ) 1개이다. '0' → 올바르게는 '1'이다.
② O: (ㄱ)만 $\Delta H < 0, \Delta S > 0$을 동시에 만족하므로 항상 자발적인 반응의 개수는 1개이다.
③ X: 항상 자발적인 반응은 (ㄱ) 하나뿐이다. '2' → 올바르게는 '1'이다.
④ X: (ㄷ)은 낮은 온도에서, (ㄹ)은 높은 온도에서만 자발적일 수 있으므로 항상 자발적인 반응에 포함되지 않는다. '3' → 올바르게는 '1'이다.
⑤ X: (ㄴ)은 어떤 온도에서도 자발적이지 않으며, (ㄷ)과 (ㄹ)은 온도에 따라 자발성이 달라진다. '4' → 올바르게는 '1'이다.

오답 포인트

(ㄷ)과 (ㄹ)은 각각 발열, 엔트로피 증가라는 한 조건만 보고 항상 자발적이라고 판단하기 쉽다. 항상 자발적이려면 반드시 $\Delta H < 0$과 $\Delta S > 0$이 함께 성립해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응식의 기체 몰수 변화와 상변화로 ΔS의 부호를 정하고, 제시된 ΔH의 부호와 짝지어 판단한다. $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$은 항상 자발적, $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$은 항상 비자발적이다. 부호가 같으면 온도에 따라 달라진다.

암기 포인트

발열·무질서 증가이면 항상 자발적, 흡열·무질서 감소이면 항상 비자발적이다.

NoteBase

문 7. 표는 반응 $NH_4^+(aq) + NO_2^-(aq) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(l)$에 대한 반응물의 초기 농도와 반응의 초기 속도를 나타낸 것이다. 이 반응의 반응 속도 상수로 옳은 것은?

실험	초기$[NH_4^+]$ (M)	초기$[NO_2^-]$ (M)	반응의 초기 속도 ($M \cdot s^{-1}$)
1	0.24	0.10	7.2×10^{-6}
2	0.12	0.10	3.6×10^{-6}
3	0.12	0.15	5.4×10^{-6}

① $3 \times 10^{-4} M^{-1} \cdot s^{-1}$

② $3.6 \times 10^{-4} M^{-1} \cdot s^{-1}$

③ $3 \times 10^{-2} M^{-2} \cdot s^{-1}$

④ $3 \times 10^{-4} M^{-2} \cdot s^{-1}$

⑤ $3.6 \times 10^{-4} M^{-2} \cdot s^{-1}$

정답 1번

출제 포인트

초기 속도 자료로 반응차수를 정한 뒤, 속도 법칙에 대입하여 반응 속도 상수 k와 그 단위를 구하는 문제이다.

조건 정리

실험 1과 2에서는 $[NO_2^-]$가 0.10으로 같고 $[NH_4^+]$가 0.24에서 0.12로 1/2배가 되면 초기 속도도 7.2×10^{-6}에서 3.6×10^{-6}으로 1/2배가 된다. 따라서 NH_4^+에 대해 1차이다.
실험 2와 3에서는 $[NH_4^+]$가 0.12로 같고 $[NO_2^-]$가 0.10에서 0.15로 1.5배가 되면 초기 속도도 1.5배가 된다. 따라서 NO_2^-에 대해서도 1차이다.

사용할 공식

속도 법칙은 $v = k[NH_4^+][NO_2^-]$이다. 두 반응물의 농도 변화 비율과 속도 변화 비율이 각각 같으므로 두 반응물 모두 1차로 판단하며, 이 식으로부터 k를 구한다.

NoteBase

계산 과정

실험 2를 대입하면 다음과 같다.
$k = \frac{3.6 \times 10^{-6}\,\mathrm{M s^{-1}}}{(0.12\mathrm{M})(0.10\mathrm{M})} = 3.0 \times 10^{-4}\,\mathrm{M^{-1}s^{-1}}$
속도 법칙의 전체 반응차수는 2차이므로 k의 단위는 $\mathrm{Ms^{-1}/M^2} = \mathrm{M^{-1}s^{-1}}$이다.

선지 판단

① O: $k = 3 \times 10^{-4}\,\mathrm{M^{-1}s^{-1}}$로 계산되므로 옳다.
② X: 계수가 3.6×10^{-4}인 것이 틀리다. 올바르게는 $3 \times 10^{-4}\,\mathrm{M^{-1}s^{-1}}$이다. 이는 3.6×10^{-6}을 $0.12 \times 0.10 = 0.012$로 나누는 계산을 정확히 하지 않은 경우의 값이다.
③ X: 계수와 단위가 모두 틀리다. 올바르게는 $3 \times 10^{-4}\,\mathrm{M^{-1}s^{-1}}$이다. 두 반응물에 대해 각각 1차이므로 k의 농도 단위는 $\mathrm{M^{-2}}$가 아니라 $\mathrm{M^{-1}}$이다.
④ X: 단위 $\mathrm{M^{-2}s^{-1}}$가 틀리다. 올바르게는 $3 \times 10^{-4}\,\mathrm{M^{-1}s^{-1}}$이다. 전체 2차 반응의 속도 상수 단위는 $\mathrm{M^{-1}s^{-1}}$이다.
⑤ X: 계수 3.6×10^{-4}와 단위 $\mathrm{M^{-2}s^{-1}}$가 모두 틀리다. 올바르게는 $3 \times 10^{-4}\,\mathrm{M^{-1}s^{-1}}$이다.

오답 포인트

반응식의 계수와 반응차수는 자동으로 같지 않으며, 반응차수는 초기 속도 자료의 비율로 정한다. 또한 전체 2차 반응이라고 해서 k의 단위가 $\mathrm{M^{-2}s^{-1}}$가 되는 것은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

한 반응물의 농도만 달라지는 두 실험을 비교하여 차수를 정하고, 속도 법칙에 한 실험값을 대입해 k를 계산한다. 마지막에는 v의 단위 $\mathrm{Ms^{-1}}$를 속도 법칙의 농도 단위로 나누어 k의 단위를 검산한다.

암기 포인트

농도 비율 = 속도 비율이면 1차이다. 전체 2차 반응이면 k의 단위는 $\mathrm{M^{-1}s^{-1}}$이다.

NoteBase

문 8. 다음은 은(Ag)과 납(Pb)의 반쪽 반응과 표준 환원 전위E°를 나타낸 것이다. 두 반쪽 전지를 연결해 화학 전지를 만들 때, 환원 전극(+극)이 되는 금속과 화학 전지의 표준 전지 전위E°_{cell}를 옳게 짝 지은 것은?

- $\text{Ag}^+(aq) + e^- \rightarrow \text{Ag}(s) \quad E^\circ = +0.80\text{V}$
- $\text{Pb}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Pb}(s) \quad E^\circ = -0.13\text{V}$

① Ag, +0.93V

② Ag, +1.73V

③ Pb, +0.67V

④ Pb, +0.93V

⑤ Pb, +1.73V

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 표준 환원전위의 크기로 환원극을 정하고, E°_{cell}을 계산하는 문제이다.

조건 정리

은 이온의 표준 환원전위는 $+0.80\text{V}$이고, 납 이온의 표준 환원전위는 -0.13V이다. 표준 환원전위가 더 큰 은 이온이 환원되어 Ag 전극이 환원극(+극)이 된다. Pb 전극에서는 Pb가 산화된다.

사용할 공식

$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$를 사용한다. 표에 제시된 값은 모두 환원전위이므로, 산화되는 Pb 전극의 환원전위를 그대로 빼서 계산한다.

계산 과정

환원극은 Ag 전극이므로 $E^\circ_{\text{cathode}} = +0.80\text{V}$이다.
산화극은 Pb 전극이므로 $E^\circ_{\text{anode}} = -0.13\text{V}$이다.
따라서 $E^\circ_{\text{cell}} = +0.80 - (-0.13) = +0.93\text{V}$이다.

NoteBase

선지 판단

① O: Ag는 더 큰 표준 환원전위를 가지므로 환원극(+극)이 되고, 전지전위는 +0.93V이다.
② X: 환원극은 Ag로 맞지만 전지전위 +1.73V는 틀리다. $+0.80-(-0.13)$을 $+0.80+0.80-(-0.13)$처럼 Ag의 전위까지 중복해 더한 값이므로, 올바르게는 Ag, +0.93V이다.
③ X: Pb는 환원극이 아니라 산화극이다. 또한 +0.67V는 두 환원전위의 부호를 올바르게 처리하지 않은 값이며, 올바르게는 Ag, +0.93V이다.
④ X: Pb는 산화되어 음극이므로 환원극이 될 수 없다. +0.93V라는 전지전위만 맞고, 올바르게는 Ag, +0.93V이다.
⑤ X: Pb는 산화극이며, +1.73V도 Ag 전위를 중복하여 더한 오답값이다. 올바르게는 Ag, +0.93V이다.

오답 포인트

③~⑤처럼 산화되는 Pb를 환원극으로 바꾸는 실수가 자주 나온다. 또 -0.13을 뺄 때는 $+0.13$을 더하게 되며, 전극의 전위를 전자 수에 맞춰 2배로 하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

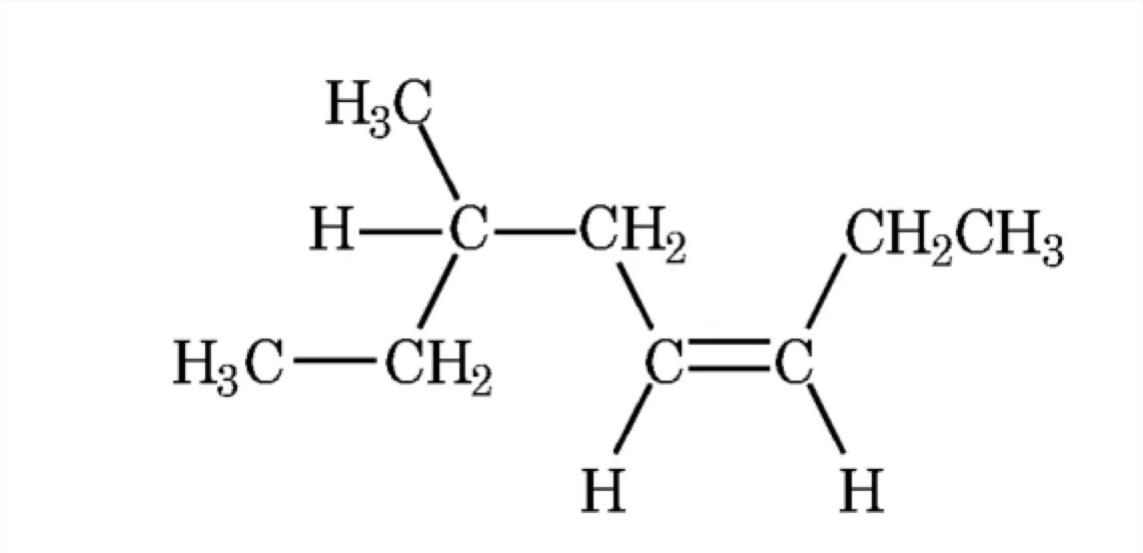
두 환원전위를 비교하여 더 큰 값을 환원극으로 정한 뒤, $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$에 두 환원전위를 대입해 부호까지 계산한다.

암기 포인트

환원전위가 큰 전극이 환원극(+극)이고, 전지전위는 큰 환원전위에서 작은 환원전위를 뺀 값이다.

NoteBase

문 9. 다음 화합물을 명명한 것으로 옳은 것은?



① 3-메틸-5-옥텐

② 트랜스-2-에틸-4-헵텐

③ 트랜스-6-에틸-3-헵텐

④ 시스-6-메틸-3-옥텐

⑤ 시스-3-메틸-5-옥텐

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 알켄의 명명에서 이중결합을 포함하는 최장 탄소 사슬을 정하고, 이중결합 위치가 가장 작아지도록 번호를 매긴 뒤 시스·트랜스 배열을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

모체 사슬은 이중결합을 포함하는 가장 긴 사슬로 정한다. 이 구조의 모체는 탄소 8개인 옥텐이다.
번호는 이중결합의 위치 번호가 가장 작아지도록 매긴다. 오른쪽 끝에서 세면 이중결합은 3번, 메틸기는 6번이므로 6-메틸-3-옥텐이다.
이중결합 양쪽에서 수소가 모두 아래쪽에 있고 탄소 사슬 부분이 같은 쪽에 있으므로 시스형이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ‘3-메틸-5-옥텐’은 이중결합 위치 번호를 크게 매긴 명명이다. 반대쪽 끝에서 번호를 매기면 이중결합이 3번이 되므로, 올바르게는 시스-6-메틸-3-옥텐이다.
② X: ‘트랜스-2-에틸-4-헵텐’은 탄소 7개 사슬을 모체로 골라 이중결합을 포함하는 최장 사슬 조건을 만족하지 못한다. 또한 이 구조는 트랜스형이 아니라 시스형이다. 올바르게는 시스-6-메틸-3-옥텐이다.
③ X: ‘트랜스-6-에틸-3-헵텐’도 모체를 헵텐으로 정한 것이 잘못이며, 실제 최장 사슬은 탄소 8개의 옥텐이다. ‘트랜스’라는 표현도 틀렸다. 올바르게는 시스-6-메틸-3-옥텐이다.
④ O: 이중결합을 포함하는 최장 사슬은 옥텐이고, 이중결합 위치가 3번이 되도록 번호를 매기면 메틸기는 6번이다. 두 탄소 사슬 부분이 같은 쪽에 있으므로 시스-6-메틸-3-옥텐이다.
⑤ X: ‘시스-3-메틸-5-옥텐’은 시스 배열은 맞지만 이중결합 위치 번호를 5번으로 잘못 매겼다. 이중결합에 더 가까운 쪽에서 번호를 매겨 올바르게는 시스-6-메틸-3-옥텐이다.

오답 포인트

①과 ⑤처럼 한쪽 끝에서 임의로 번호를 매기면 이중결합 위치가 5번이 된다. 알켄에서는 치환기 번호보다 이중결합 위치 번호를 먼저 작게 만들어야 한다. ②와 ③은 가지를 포함해도 이중결합을 포함하는 더 긴 8탄소 사슬을 만들 수 있다는 점을 놓친 선택지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 이중결합을 포함하는 최장 사슬을 찾는다. 다음으로 이중결합 번호가 최소가 되는 방향에서 번호를 매긴다. 마지막으로 이중결합 양쪽의 같은 종류의 치환기가 같은 쪽이면 시스, 반대쪽이면 트랜스인지 확인한다.

암기 포인트

알켄 명명은 ‘최장 사슬 → 이중결합 최소 번호 → 치환기 번호 → 시스·트랜스’ 순서이다.

NoteBase

문 10. 공유 결합 분자 CO_2, HCN의 공통점으로 옳은 것은?

① 무극성 분자이다.

② 다중 결합이 있다.

③ 결합각이 120°이다.

④ 무극성 공유 결합이 있다.

⑤ 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍 수가 같다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 CO_2와 HCN의 분자 극성, 결합의 종류, 결합각, 공유·비공유 전자쌍 수를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

CO_2는 O=C=O의 직선형 분자로, 두 C=O 결합의 극성이 서로 상쇄되어 무극성 분자이다. HCN은 H-C≡N의 직선형 분자이지만 양 끝 원자가 달라 결합의 극성이 상쇄되지 않아 극성 분자이다. 다중 결합은 이중 결합 또는 삼중 결합을 뜻한다.

선지별 해설

① X: CO_2는 무극성 분자이지만 HCN은 극성 분자이다. 틀린 표현은 '무극성 분자'이며, 올바르게는 'CO_2는 무극성 분자이고 HCN은 극성 분자이다'이다.

② O: CO_2에는 C=O 이중 결합이 있고, HCN에는 C≡N 삼중 결합이 있다. 이중 결합과 삼중 결합은 모두 다중 결합이다.

③ X: 두 분자는 모두 중심 원자 주위의 전자영역이 2개인 직선형이므로 결합각은 180°이다. 틀린 표현은 '120°'이며, 올바르게는 '결합각이 180°이다'이다.

④ X: 두 분자에는 서로 다른 원자 사이의 극성 공유 결합이 있다. 틀린 표현은 '무극성 공유 결합'이며, 올바르게는 '극성 공유 결합이 있다'이다.

⑤ X: CO_2의 공유 전자쌍은 4쌍이고 비공유 전자쌍도 산소 원자들에 4쌍이지만, HCN의 공유 전자쌍은 4쌍, 비공유 전자쌍은 질소 원자에 1쌍이다. 틀린 표현은 '수가 같다'이며, 올바르게는 'CO_2에서만 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 같다'이다.

오답 포인트

CO_2와 HCN은 모두 직선형이고 다중 결합을 포함한다는 공통점 때문에 분자 극성까지 같다고 판단하기 쉽다. 그러나 CO_2는 양쪽 결합이 대칭으로 상쇄되고, HCN은 양 끝이 H와 N으로 달라 상쇄되지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 루이스 구조를 쓰고 다중 결합의 유무를 확인한다. 이어서 분자 모양과 양 끝 원자의 대칭성을 보아 결합의 극성이 상쇄되는지 판단하고, 결합선의 수로 공유 전자쌍을, 점으로 표시된 전자쌍으로 비공유 전자쌍을 센다.

암기 포인트

CO_2: 대칭 직선형·무극성·전자쌍 4대4, HCN: 비대칭 직선형·극성·전자쌍 4대1이다.

NoteBase

문 11. 다음 6배위 착화합물의 기하 이성질체 개수로 옳은 것은?

① $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$: 1, $[CoCl_3(NH_3)_3]$: 2

② $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$: 1, $[CoCl_3(NH_3)_3]$: 3

③ $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$: 2, $[CoCl_3(NH_3)_3]$: 1

④ $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$: 2, $[CoCl_3(NH_3)_3]$: 2

⑤ $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$: 2, $[CoCl_3(NH_3)_3]$: 3

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 6배위 팔면체 착물에서 같은 종류의 리간드가 놓이는 상대적 위치에 따라 생기는 기하 이성질체 수를 묻는 문제이다.

핵심 개념

$[CoCl_2(NH_3)_4]^+$는 A_4B_2형 팔면체 착물로, 두 Cl^-가 이웃하면 cis형이고 마주 보면 trans형이어서 2가지이다.
$[CoCl_3(NH_3)_3]$는 A_3B_3형 팔면체 착물로, 세 Cl^-가 한 면에 모이면 fac형이고 한 평면에서 자오선처럼 배열되면 mer형이어서 2가지이다.
A_4B_2형은 cis/trans, A_3B_3형은 fac/mer로 구별한다.

선지별 해설

① X: $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$의 기하 이성질체 수를 1개로 본 점이 틀렸다. 두 Cl^-의 상대 위치에 따라 cis형과 trans형이 있으므로 2개이다. $[CoCl_3(NH_3)_3]$는 fac형과 mer형의 2개이다.
② X: 두 번째 착물의 기하 이성질체 수를 3개로 본 점이 틀렸다. $[CoCl_3(NH_3)_3]$의 A_3B_3형 배열은 fac형과 mer형뿐이므로 2개이다.
③ X: 첫 번째 착물의 기하 이성질체 수를 2개로 본 것은 맞지만, 두 번째 착물을 1개로 본 점이 틀렸다. $[CoCl_3(NH_3)_3]$는 fac형과 mer형의 2개이다.
④ O: $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$는 cis/trans의 2개이고, $[CoCl_3(NH_3)_3]$는 fac/mer의 2개이므로 제시된 조합이 맞다.
⑤ X: 첫 번째 착물은 2개로 맞지만, 두 번째 착물의 기하 이성질체 수를 3개로 본 점이 틀렸다. 올바르게는 fac형과 mer형의 2개이다.

오답 포인트

$[CoCl_3(NH_3)_3]$에서 Cl^- 3개의 배열을 여러 방식으로 그리다 보면 서로 회전하여 겹치는 배치를 다른 이성질체로 잘못 세기 쉽다. 서로 겹치지 않는 배열은 한 면에 모인 fac형과 한 평면에 놓인 mer형의 두 가지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 팔면체 착물의 조성을 A_4B_2형 또는 A_3B_3형으로 분류한다. A_4B_2형이면 두 B의 인접·마주봄을 비교하여 cis/trans 2개로, A_3B_3형이면 세 B가 한 면에 있는지 또는 한 평면에 있는지를 비교하여 fac/mer 2개로 판단한다.

암기 포인트

A_4B_2는 cis/trans 2개, A_3B_3는 fac/mer 2개이다.

NoteBase

문 12. 다음 핵 반응식에서 ㄱ, ㄴ에 알맞은 것은?

• ^235_92U + ^1_0n → ^94_36Kr + ^139_56Ba + ㄱ ^1_0n
• ^96_42Mo + ^2_1H → ^94_41Nb + ㄴ

① ㄱ: 1, ㄴ: ${}_{0}^{1}\mathrm{n}$
② ㄱ: 2, ㄴ: ${}_{2}^{4}\alpha$
③ ㄱ: 2, ㄴ: ${}_{0}^{1}\mathrm{n}$
④ ㄱ: 3, ㄴ: ${}_{2}^{4}\alpha$
⑤ ㄱ: 3, ㄴ: ${}_{0}^{1}\mathrm{n}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 핵반응식에서 질량수와 원자번호가 각각 보존됨을 이용하여 방출 중성자 수와 방출 입자를 구하는 문제이다.

조건 정리

첫째 반응에서 반응물의 질량수와 원자번호는 각각 236, 92이다. 둘째 반응에서 반응물의 질량수와 원자번호는 각각 98, 43이다.

사용할 공식

핵반응 전후에는 질량수 A와 원자번호 Z가 각각 보존된다. 중성자는 ${}_{0}^{1}n$, 알파 입자는 ${}_{2}^{4}\alpha$이다. 이 원리를 쓰는 이유는 미지의 입자나 그 개수를 질량수와 원자번호의 합으로 결정할 수 있기 때문이다.

계산 과정

첫째 반응의 질량수 보존식은 235+1=94+139+ㄱ×1이다. 따라서 236=233+ㄱ이므로 ㄱ은 3이다. 원자번호는 $92 = 36 + 56$으로 이미 보존된다.
둘째 반응에서 미지 입자의 질량수는 $96 + 2 - 94 = 4$, 원자번호는 $42 + 1 - 41 = 2$이다. 따라서 ㄴ은 ${}_{2}^{4}\alpha$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: ㄱ을 1로 둔 표현이 틀리다. 첫째 반응에서 부족한 질량수는 3이므로 ㄱ은 3이어야 한다. ㄴ의 ${}_{0}^{1}n$도 틀리며, 올바르게는 ${}_{2}^{4}\alpha$이다.
② X: ㄴ의 ${}_{2}^{4}\alpha$는 맞지만 ㄱ을 2로 둔 표현이 틀리다. 올바르게는 ㄱ이 3이다.
③ X: ㄱ을 2로 둔 표현이 틀리고, ㄴ을 ${}_{0}^{1}n$으로 둔 표현도 틀리다. 올바르게는 ㄱ이 3, ㄴ이 ${}_{2}^{4}\alpha$이다.
④ O: ㄱ은 3이고 ㄴ은 ${}_{2}^{4}\alpha$이다. 두 반응 모두 질량수와 원자번호가 보존된다.
⑤ X: ㄱ은 3으로 맞지만 ㄴ을 ${}_{0}^{1}n$으로 둔 표현이 틀리다. 미지 입자는 질량수 4, 원자번호 2이므로 ${}_{2}^{4}\alpha$이다.

오답 포인트

첫째 반응에서 원자번호만 맞는다는 이유로 중성자 수를 임의로 정하면 안 된다. ①~③은 ㄱ의 질량수 보존을, ①·③·⑤는 ㄴ의 원자번호와 질량수를 함께 확인하지 않은 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

핵반응식의 빈칸은 먼저 반응 전후의 질량수 합을 맞춘 뒤 원자번호 합을 맞춘다. 입자 하나를 구할 때는 (질량수, 원자번호)를 함께 계산하여 중성자 $(1, 0)$와 알파 입자 $(4, 2)$를 구별한다.

암기 포인트

핵반응은 A와 Z를 각각 보존한다. 중성자는 $(1, 0)$, 알파 입자는 $(4, 2)$이다.

NoteBase

문 13. 표는 3주기 원소 A~C의 순차적 이온화 에너지를 나타낸 것이다.

원소 A, B, C의 원자 반지름을 옳게 비교한 것은? (단, A, B, C는 임의의 원소 기호이다.)

원소	순차적 이온화 에너지 (kJ/mol)			
	E_1	E_2	E_3	E_4
A	738	1451	7733	10540
B	578	1817	2745	11578
C	496	4562	6912	9544

① C > B > A

② C > A > B

③ B > C > A

④ B > A > C

⑤ A > B > C

정답 2번

출제 포인트

연속 이온화 에너지에서 큰 폭으로 증가하는 지점으로 원자가 전자 수를 찾고, 3주기 원소의 원자 반지름 변화를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

연속 이온화 에너지가 급격히 커진 뒤에는 원자가 전자가 아니라 내부 전자를 떼어 내게 된다. 따라서 A는 E2에서 E3로 크게 증가하므로 원자가 전자가 2개인 Mg, B는 E3에서 E4로 크게 증가하므로 원자가 전자가 3개인 Al, C는 E1에서 E2로 크게 증가하므로 원자가 전자가 1개인 Na이다. 3주기에서는 같은 전자껍질 안에서 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 커져 원자 반지름이 작아진다.

NoteBase

선지별 해설

① X: C > B > A는 B가 A보다 크다는 부분이 틀렸다. 실제로는 Mg인 A가 Al인 B보다 원자 반지름이 크므로 C > A > B이다.
② O: C=Na, A=Mg, B=Al이고 3주기에서 왼쪽일수록 원자 반지름이 크므로 C > A > B이다.
③ X: B > C > A는 Al인 B가 가장 크다는 부분이 틀렸다. 실제로 B가 가장 작고 순서는 C > A > B이다.
④ X: B > A > C는 Al인 B가 가장 크고 Na인 C가 가장 작다는 부분이 틀렸다. 실제로는 C > A > B이다.
⑤ X: A > B > C는 Mg인 A가 Na인 C보다 크다는 부분이 틀렸다. 실제로 Na인 C가 가장 크므로 C > A > B이다.

오답 포인트

첫 번째 이온화 에너지의 크기만 보고 반지름을 바로 비교하면 안 된다. 이 문항의 핵심은 각 행의 급격한 증가 위치로 Na, Mg, Al을 먼저 찾아내는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

연속 이온화 에너지에서 급증 직전의 이온화 횟수를 원자가 전자 수로 판단한다. 같은 주기의 원소로 확인되면 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름은 작아진다고 적용한다.

암기 포인트

급증 전 횟수=원자가 전자 수, 3주기 반지름은 Na > Mg > Al이다.

NoteBase

문 14. 이산화탄소(CO_2) 분자에서 탄소(C)와 산소(O)의 궤도함수 혼성화로 옳은 것은?

① C: sp, O: sp^2

② C: sp, O: sp^3

③ C: sp^2, O: sp

④ C: sp^2, O: sp^2

⑤ C: sp^2, O: sp^3

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 CO_2에서 각 원자 주위의 전자영역 수로 혼성화 궤도함수를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

혼성화는 σ 결합과 비공유 전자쌍이 만드는 전자영역 수로 판단한다. 전자영역이 2개이면 sp, 3개이면 sp^2, 4개이면 sp^3 혼성이다. CO_2의 탄소는 양쪽 산소와 각각 이중 결합하지만 이중 결합 하나를 전자영역 하나로 세므로 전자영역이 2개이다. 각 산소는 탄소와의 결합 1개와 비공유 전자쌍 2개로 전자영역이 3개이다.

선지별 해설

① O: 탄소는 전자영역이 2개이므로 sp 혼성이고, 산소는 결합 1개와 비공유 전자쌍 2개로 전자영역이 3개이므로 sp^2 혼성이다.
② X: 산소를 sp^3 혼성으로 본 부분이 틀렸다. 산소의 전자영역은 3개이므로 sp^2 혼성이다.
③ X: 탄소를 sp^2 혼성으로 본 부분이 틀렸다. 탄소 주위에는 두 이중 결합이 만드는 전자영역 2개가 있으므로 sp 혼성이다.
④ X: 탄소를 sp^2 혼성으로 본 부분이 틀렸다. 탄소는 sp 혼성이고, 산소만 sp^2 혼성이다.
⑤ X: 탄소를 sp^2 혼성, 산소를 sp^3 혼성으로 본 부분이 모두 틀렸다. 올바르게는 탄소는 sp 혼성, 산소는 sp^2 혼성이다.

오답 포인트

이중 결합을 두 전자영역으로 세면 탄소를 sp^2로 잘못 판단하기 쉽다. 혼성화 판단에서는 이중 결합 전체가 전자영역 하나이며, π 결합은 남은 p 궤도함수로 형성된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 원자마다 σ 결합 수와 비공유 전자쌍 수를 더해 전자영역 수를 센다. 2개는 sp, 3개는 sp^2, 4개는 sp^3으로 판단한다. 다중 결합은 하나의 전자영역으로 센다.

NoteBase

암기 포인트

CO_2는 선형 구조이므로 중심 C는 sp, 말단 O는 비공유 전자쌍 2개를 가져 sp^2이다.

NoteBase

문 15. 다음 화학종의 가장 안정한 Lewis 구조에서 중심 원자의 형식전하가 다른 하나는?

① CO_3^{2-}

② $POCl_3$

③ PO_4^{3-}

④ SO_4^{2-}

⑤ NO_3^-

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 가장 안정한 Lewis 구조에서 중심 원자의 형식전하를 비교하는 문제이다. 형식전하는 원자의 원자가전자 수에서 비공유전자 수와 결합전자 수의 절반을 뺀 값이다.

핵심 개념

형식전하는 원자가전자 수 − 비공유전자 수 − 결합전자 수의 절반으로 구한다. 공명 구조가 있을 때에는 형식전하의 크기가 작고 음전하가 전기음성도가 큰 O에 놓이는 구조가 안정하다.
중심 원자가 결합만 하고 비공유전자쌍이 없으면, 중심 원자의 결합차수 합이 원자가전자 수와 같을 때 형식전하는 0이다.

선지별 해설

① X: CO_3^{2-}의 안정한 공명 Lewis 구조에서 C는 한 O와 이중결합, 두 O와 단일결합을 한다. C의 결합차수 합은 4이므로 형식전하는 4 − 4 = 0이다. 틀린 표현은 '다른 하나'에 해당한다는 점이며, 중심 C의 형식전하는 0이다.
② X: $POCl_3$의 안정한 Lewis 구조는 P=O와 세 P−Cl 결합으로 나타낸다. P의 결합차수 합은 5이므로 형식전하는 5 − 5 = 0이다. 틀린 표현은 '다른 하나'에 해당한다는 점이며, 중심 P의 형식전하는 0이다.
③ X: PO_4^{3-}는 P=O 하나와 P−O^- 세 개로 나타내는 구조가 안정하다. P의 결합차수 합은 5이므로 형식전하는 5 − 5 = 0이다. 틀린 표현은 '다른 하나'에 해당한다는 점이며, 중심 P의 형식전하는 0이다.
④ X: SO_4^{2-}는 S=O 두 개와 S−O^- 두 개로 나타내는 구조가 안정하다. S의 결합차수 합은 6이므로 형식전하는 6 − 6 = 0이다. 틀린 표현은 '다른 하나'에 해당한다는 점이며, 중심 S의 형식전하는 0이다.
⑤ O: NO_3^-의 안정한 공명 Lewis 구조에서 N은 한 O와 이중결합, 두 O와 단일결합을 한다. N의 결합차수 합은 4이므로 형식전하는 5 − 4 = +1이다. 따라서 중심 원자의 형식전하가 0인 나머지 선지들과 다르다.

오답 포인트

PO_4^{3-}와 SO_4^{2-}를 모든 단일결합으로만 그리면 중심 원자에 양의 형식전하가 생긴다. 가장 안정한 Lewis 구조에서는 3주기 원자인 P, S가 O와 이중결합을 형성하여 중심 원자의 형식전하를 0으로 낮춘다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 가장 안정한 Lewis 구조를 그린 뒤 중심 원자의 결합차수 합을 센다. 비공유전자쌍이 없는 중심 원자는 원자가전자 수에서 결합차수 합을 빼어 형식전하를 빠르게 구한다.

암기 포인트

탄산·인산·황산의 중심 원자는 0, 질산 이온의 중심 N은 +1이다.

NoteBase

문 16. 수소 기체가 $-73^\circ C$에서 2.0atm, 4.0L를 차지하고 있다. 온도와 압력을 각각 $27^\circ C$, 3.0atm으로 증가시켰을 때, 수소 기체의 부피(L)는? (단, 수소 기체는 이상기체 법칙을 따르고, $-273^\circ C = 0K$이다.)

① 2.0

② 3.0

③ 4.0

④ 5.0

⑤ 6.0

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 기체의 양이 일정할 때의 결합 기체 법칙을 이용하여 온도와 압력이 함께 변한 뒤의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

초기 상태는 압력 $2.0atm$, 부피 $4.0L$, 온도 $-73℃ = 200K$이다.
변화 후 상태는 압력 $3.0atm$, 온도 $27℃ = 300K$이다.
기체의 온도는 섭씨온도가 아니라 절대온도 K로 바꾸어 계산한다.

사용할 공식

기체의 양이 일정하므로 $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$를 사용한다. 압력·부피·절대온도가 모두 변하는 상황이므로 보일 법칙이나 샤를 법칙 하나만으로는 계산할 수 없다.

계산 과정

$V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} = \frac{(2.0atm)(4.0L)(300K)}{(3.0atm)(200K)} = 4.0L$
따라서 변화 후 수소 기체의 부피는 $4.0L$이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 $4.0L$이므로 $2.0L$는 틀리다. 틀린 값 $2.0L$ → 올바르게는 $4.0L$이다.
② X: 계산 결과는 $4.0L$이므로 $3.0L$는 틀리다. 틀린 값 $3.0L$ → 올바르게는 $4.0L$이다.
③ O: 결합 기체 법칙으로 구한 부피가 $4.0L$이므로 옳다.
④ X: 계산 결과는 $4.0L$이므로 $5.0L$는 틀리다. 틀린 값 $5.0L$ → 올바르게는 $4.0L$이다.
⑤ X: 계산 결과는 $4.0L$이므로 $6.0L$는 틀리다. 틀린 값 $6.0L$ → 올바르게는 $4.0L$이다.

NoteBase

오답 포인트

$-73℃$를 $-73K$로 두거나, 온도 변화만 보고 부피가 커진다고 판단하면 오답이 된다. 온도는 200 K에서 300 K로 증가하지만 압력도 2.0 atm에서 3.0 atm으로 증가하여 두 효과가 서로 상쇄된다.

다시 나오면 이렇게 판단

압력·부피·온도 중 두 가지 이상이 변하면 먼저 섭씨온도를 K로 바꾸고, $\frac{PV}{T}$가 일정하다는 결합 기체 법칙에 대입하여 계산한다.

암기 포인트

기체 법칙의 온도는 항상 K로 계산하며, $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$이다.

NoteBase

문 17. 1atm에서 물 100g에 비휘발성, 비전해질인 요소 6g을 모두 녹였을 때 물의 끓는점(°C)은? (단, 요소의 분자량은 60이고, 물의 몰랄 오름 상수(K_b)는 0.5°C/m이다.)

① 99.5
② 99.95
③ 100
④ 100.05
⑤ 100.5

정답 5번

출제 포인트

비휘발성·비전해질 용질의 몰랄농도를 구한 뒤 끓는점 오름을 계산하는 문제이다.

조건 정리

요소의 몰수는 $6g \div 60g/mol = 0.1mol$이다. 물 100 g은 $0.100kg$이므로 용액의 몰랄농도는 $m = 0.1mol/0.100kg = 1m$이다. 요소는 비전해질이므로 용질 입자 수를 늘리는 해리 효과가 없다.

사용할 공식

끓는점 오름은 $\Delta T_b = K_b m$이다. 비휘발성 용질을 녹이면 증기압이 낮아져 끓는점이 순수한 물의 $100\,^\circ C$보다 올라가므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $m = 1m$이다.
2. $\Delta T_b = 0.5\,^\circ C/m \times 1m = 0.5\,^\circ C$이다.
3. 용액의 끓는점은 $100\,^\circ C + 0.5\,^\circ C = 100.5\,^\circ C$이다.

선지 판단

① X: 99.5는 순수한 물의 끓는점보다 $0.5\,^\circ C$ 낮은 값이다. 비휘발성 용질은 끓는점을 내리지 않는다. 틀린 표현인 '99.5'는 '100.5'가 되어야 한다.
② X: 99.95는 끓는점이 $0.05\,^\circ C$ 내려간 값이다. 틀린 표현인 '99.95'는 '100.5'가 되어야 한다.
③ X: 100은 끓는점 오름 $0.5\,^\circ C$을 반영하지 않은 순수한 물의 끓는점이다. 틀린 표현인 '100'은 '100.5'가 되어야 한다.
④ X: 100.05는 끓는점 오름을 $0.05\,^\circ C$로 잘못 계산한 값이다. 틀린 표현인 '100.05'는 '100.5'가 되어야 한다.
⑤ O: 계산 결과 끓는점은 $100.5\,^\circ C$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

물 100 g을 100 kg으로 잘못 보거나, $0.1 mol$을 그대로 몰랄농도로 쓰면 $0.05\,^{\circ}C$ 같은 작은 끓는점 오름을 얻는다. 또한 비휘발성 용질은 끓는점을 낮춘다는 착각 때문에 ①·②를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

용질의 몰수를 먼저 구하고 용매의 질량을 kg로 바꾸어 몰랄농도를 계산한다. 이어 $\Delta T_b = K_b m$으로 끓는점 오름을 구해 순수한 용매의 끓는점에 더한다.

암기 포인트

비휘발성·비전해질 용질: $\Delta T_b = K_b m$, 끓는점은 순수한 용매보다 높아진다.

NoteBase

문 18. 10 g의 용질 X가 들어 있는 1 L 수용액의 몰농도가 0.25 M이었다. X의 분자량은?

① 10
② 15
③ 25
④ 30
⑤ 40

정답 5번

출제 포인트

용질의 질량과 용액의 몰농도로부터 용질 X의 분자량을 구하는 문제이다.

조건 정리

용질 X의 질량은 $10g$이고, 용액의 부피는 $1L$이며, 몰농도는 $0.25M$이다. 구하려는 값은 X의 분자량이다.

사용할 공식

몰농도는 $M = \frac{n}{V}$이고, 분자량은 $\frac{m}{n}$으로 구한다. 몰농도는 용액 $1L$당 용질의 몰수를 뜻하므로, 먼저 용질의 몰수를 구해야 한다.

계산 과정

1. 용질 X의 몰수는 $n = MV = 0.25mol/L \times 1L = 0.25mol$이다.
2. 분자량은 $\frac{m}{n} = \frac{10g}{0.25mol} = 40g/mol$이다.
3. 따라서 X의 분자량은 40이다.

선지 판단

① X — 분자량이 10이라는 표현이 틀리다. $10g$을 $0.25mol$로 나누면 40이므로, 올바르게는 분자량이 40이다.
② X — 분자량이 15라는 표현이 틀리다. 주어진 몰농도와 부피에서 용질은 $0.25mol$이므로, 올바르게는 분자량이 40이다.
③ X — 분자량이 25라는 표현이 틀리다. $10g \div 0.25mol$의 값은 25가 아니라 40이므로, 올바르게는 분자량이 40이다.
④ X — 분자량이 30이라는 표현이 틀리다. 몰수 $0.25mol$을 사용하면 계산값은 30이 아니라 40이므로, 올바르게는 분자량이 40이다.
⑤ O — 계산 결과가 40이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

용액의 부피가 $1L$이므로 몰농도 $0.25M$를 곧바로 $0.25mol$로 읽을 수 있다. 이때 0.25를 분자량 계산에서 곱하거나, $10g$을 그대로 분자량으로 보는 실수가 오답을 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

몰농도와 부피로 $n = MV$를 먼저 구한 뒤, 질량을 몰수로 나누어 $\frac{m}{n}$을 계산한다. 부피가 $1L$이어도 M의 단위가 mol/L임을 확인한다.

암기 포인트

몰농도에서 몰수, 질량에서 분자량의 순서는 $M \rightarrow n \rightarrow \frac{m}{n}$이다.

NoteBase

문 19. 25°C**에서** 0.040M **아세트산(**CH_3COOH**)과** 0.40M **아세트산 나트륨(**CH_3COONa**)을 포함하는 수용액의 pH는? (단,** 25°C**에서** CH_3COOH**의 산 해리 상수(**K_a**)의** pK_a **값은 4.74이다.)**

① 3.74

② 4.74

③ 5.74

④ 6.74

⑤ 7.74

정답 3번

출제 포인트

약산과 그 짝염기가 함께 있는 완충 용액에서 헨더슨-하셀바흐 식으로 pH를 구하는 문제이다.

조건 정리

약산 CH_3COOH의 농도는 $0.040M$이고, 짝염기 CH_3COO^-를 제공하는 CH_3COONa의 농도는 $0.40M$이다.
pK_a 값은 4.74이다.
짝염기와 약산의 농도비는 $0.40/0.040 = 10$이다.

사용할 공식

$pH = pK_a + \log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$
약산과 그 짝염기가 함께 존재하는 완충 용액이므로, 짝염기 농도와 약산 농도의 비를 이용하는 이 식을 적용한다.

계산 과정

1. 농도비는 $[CH_3COO^-]/[CH_3COOH] = 0.40/0.040 = 10$이다.
2. $\log 10 = 1$이다.
3. 따라서 $pH = 4.74 + 1 = 5.74$이다.

선지 판단

① X: 3.74는 계산 결과보다 2만큼 작다. 틀린 표현 '3.74' → 올바르게는 5.74이다.
② X: 4.74는 약산과 짝염기의 농도가 같을 때의 pH이다. 이 문항에서는 짝염기 농도가 약산 농도의 10배이므로 pH는 pK_a보다 1 커진 5.74이다. 틀린 표현 '4.74' → 올바르게는 5.74이다.
③ O: 짝염기/약산 농도비가 10이므로 $\log 10 = 1$을 더해 pH는 5.74이다.
④ X: 6.74는 농도비가 100일 때의 값이다. 틀린 표현 '6.74' → 올바르게는 5.74이다.
⑤ X: 7.74는 농도비가 1000일 때의 값이다. 틀린 표현 '7.74' → 올바르게는 5.74이다.

NoteBase

오답 포인트

②처럼 pH를 무조건 pK_a로 두는 실수가 흔하다. pH가 pK_a와 같아지는 조건은 짝염기와 약산의 농도가 같을 때뿐이다. 이 문항은 짝염기가 10배이므로 pH가 1 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

완충 용액에서는 먼저 짝염기/약산의 농도비를 구하고, 그 상용로그를 pK_a에 더해 판단한다. 농도비가 10배가 될 때마다 pH는 1만큼 증가한다.

암기 포인트

pH=pK_a+([짝염기]/[약산]): 짝염기 10배면 pH는 1 증가한다.

NoteBase

문 20. 1atm, 6L의 아르곤 기체와 2atm, 2L의 네온 기체를 4L의 강철 용기에 모두 넣었을 때, 기체의 전체 압력(atm)은? (단, 온도는 25°C이다.)

① 1.25
② 1.5
③ 2
④ 2.5
⑤ 3

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 같은 온도에서 두 기체의 몰수를 합한 뒤, 강철 용기의 부피로 나누어 전체 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 첫 기체는 $1atm$, $6L$이고, 둘째 기체는 $2atm$, $2L$이다.
구해야 할 값: $4L$ 강철 용기에 함께 들어간 뒤의 전체 압력이다.
주의할 조건: 온도는 모두 $25^\circ C$로 같고 용기는 강철 용기이므로 최종 부피는 $4L$로 일정하다.

사용할 공식

같은 온도에서는 각 기체의 몰수가 $n = PV/RT$이므로, 혼합 뒤 전체 압력은 P_전체V_최종=P_1V_1+P_2V_2로 구한다.
두 기체의 몰수는 보존되고 R과 T가 공통이므로, 각 기체의 PV 값을 더할 수 있다.

계산 과정

첫 기체의 PV 값은 $1atm \times 6L = 6atm \cdot L$이다.
둘째 기체의 PV 값은 $2atm \times 2L = 4atm \cdot L$이다.
따라서 P_전체×4 L=6 atm· L+4 atm· L=10 atm· L이다.
P_전체=(10 atm· L)/(4 L)=2.5 atm

NoteBase

선지 판단

① X: 1.25atm은 전체 압력 2.5atm의 절반으로, 주어진 두 기체의 PV 값을 모두 반영한 결과가 아니다. 틀린 표현인 '1.25atm'은 '2.5atm'으로 고쳐야 한다.
② X: 1.5atm은 첫 기체가 4L에서 차지하는 부분 압력 $(1atm \times 6L)/4L$일 뿐이다. 둘째 기체의 부분 압력 1.0atm을 더해야 한다. 틀린 표현인 '1.5atm'은 '전체 압력은 2.5atm'으로 고쳐야 한다.
③ X: 2atm은 둘째 기체의 처음 압력을 그대로 사용한 값으로, 혼합 뒤의 부피 변화와 첫 기체의 기여를 반영하지 못한다. 틀린 표현인 '2atm'은 '2.5atm'으로 고쳐야 한다.
④ O: 두 기체의 PV 합이 $10atm \cdot L$이고 최종 부피가 4L이므로 전체 압력은 2.5atm이다.
⑤ X: 3atm은 두 기체의 압력 1atm과 2atm을 단순히 더한 값이다. 압력은 부피 조건을 반영해야 하므로 단순 합산할 수 없다. 틀린 표현인 '3atm'은 '2.5atm'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

②의 1.5atm은 첫 기체의 부분 압력만 구했을 때의 값이다. ⑤처럼 처음 압력을 단순히 더하면 각 기체의 부피와 최종 용기 부피를 무시하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 온도에서 기체를 한 용기에 모으면 먼저 각 기체의 PV를 더하고, 그 합을 최종 용기 부피로 나누어 전체 압력을 구한다. 부분 압력을 각각 구한 뒤 더해도 같은 결과가 된다.

암기 포인트

같은 온도 혼합: P_전체V_최종=Σ PV이다.

NoteBase

문 21. C, H, O로 구성된 화합물 X 23mg을 완전 연소시켰더니 CO_2 44mg과 H_2O 27mg이 생성되었다. X의 실험식은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

① CH_2O

② C_2H_2O

③ C_2H_4O

④ $C_2H_4O_3$

⑤ C_2H_6O

정답 5번

출제 포인트

연소 생성물의 질량에서 C와 H의 양을 구하고, 시료 질량과의 차로 O의 양을 구해 실험식을 정하는 문제이다.

조건 정리

시료 X의 질량은 $23mg$이다. 생성된 CO_2 44 mg에는 C가 12 mg 들어 있고, 생성된 H_2O 27 mg에는 H가 3 mg 들어 있다. 따라서 X 속 O의 질량은 $23 - 12 - 3 = 8mg$이다.

사용할 공식

각 원소의 몰수는 $n = \frac{m}{M}$로 구한다. 연소 뒤 C는 모두 CO_2에, H는 모두 H_2O에 들어 있으므로 생성물의 질량으로부터 X에 들어 있던 C와 H의 양을 역산할 수 있다.

계산 과정

C의 몰수는 $44mg \div 44mg mmol^{-1} = 1mmol$이다. H_2O의 몰수는 $27mg \div 18mg mmol^{-1} = 1.5mmol$이므로 H 원자의 몰수는 $1.5 \times 2 = 3mmol$이다. O의 몰수는 $8mg \div 16mg mmol^{-1} = 0.5mmol$이다. 따라서 C:H:O의 몰비는 $1 : 3 : 0.5 = 2 : 6 : 1$이므로 실험식은 C_2H_6O이다.

선지 판단

① X — CH2O의 원자수비는 C:H:O = 1:2:1로, 계산한 2:6:1과 다르다. 틀린 표현 'CH2O' → 올바르게는 'C2H6O'이다.
② X — C2H2O는 H의 계수가 2이지만, 계산 결과 H의 계수는 6이다. 틀린 표현 'H2' → 올바르게는 'H6'이다.
③ X — C2H4O는 H의 계수가 4이지만, 계산 결과 H의 계수는 6이다. 틀린 표현 'H4' → 올바르게는 'H6'이다.
④ X — C2H4O3는 H의 계수가 4이고 O의 계수가 3이어서 계산한 2:6:1과 모두 다르다. 틀린 표현 'H4O3' → 올바르게는 'H6O'이다.
⑤ O — C2H6O의 원자수비는 2:6:1로 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

H_2O 1분자에는 H 원자가 2개이므로, H_2O의 몰수를 그대로 H의 몰수로 쓰면 안 된다. 이 실수는 ②나 ③처럼 H의 계수가 작아진 식을 고르게 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연소 분석에서는 CO_2로 C의 몰수를 구하고, H_2O의 몰수에 2를 곱해 H의 몰수를 구한 뒤, 시료 질량의 차로 O의 몰수를 구한다. 마지막에는 가장 작은 몰수로 나누어 정수비를 만든다.

암기 포인트

CO_2 1 mol은 C 1 mol, H_2O 1 mol은 H 2 mol을 뜻한다.

NoteBase

문 22. 표는 3가지 고체 결정 구조의 단위 세포에 들어 있는 입자 수와 가장 인접한 입자 수를 나타낸 것이다. ㄱ~ㄷ으로 옳은 것은?

결정 구조	단순 입방 구조	체심 입방 구조	면심 입방 구조
단위 세포에 들어 있는 입자 수	1	ㄱ	ㄴ
가장 인접한 입자 수	ㄷ	8	12

① ㄱ: 2, ㄴ: 4, ㄷ: 6

② ㄱ: 2, ㄴ: 4, ㄷ: 12

③ ㄱ: 5, ㄴ: 4, ㄷ: 6

④ ㄱ: 5, ㄴ: 14, ㄷ: 12

⑤ ㄱ: 8, ㄴ: 14, ㄷ: 6

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단순 입방 구조, 체심 입방 구조, 면심 입방 구조의 단위 세포당 입자 수와 가장 인접한 입자 수를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

단순 입방 구조는 꼭짓점의 입자 8개가 각각 1/8씩 기여하므로 단위 세포당 입자 수가 1개이고, 가장 인접한 입자 수는 6개이다.
체심 입방 구조는 꼭짓점 기여분 1개와 중심 입자 1개로 이루어져 단위 세포당 입자 수가 2개이며, 가장 인접한 입자 수는 8개이다.
면심 입방 구조는 꼭짓점 기여분 1개와 면 중심 입자 6개의 기여분 3개로 이루어져 단위 세포당 입자 수가 4개이며, 가장 인접한 입자 수는 12개이다.
입자 수는 단위 세포에 실제로 귀속되는 입자 수를, 가장 인접한 입자 수는 한 입자에 접하는 이웃 입자 수를 뜻한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: ㄱ=2, ㄴ=4, ㄷ=6이다. 체심 입방 구조의 단위 세포당 입자 수는 2개, 면심 입방 구조의 단위 세포당 입자 수는 4개, 단순 입방 구조의 가장 인접한 입자 수는 6개이므로 옳다.
② X: 틀린 표현은 'ㄷ=12'이다. 단순 입방 구조에서 한 입자와 가장 인접한 입자 수는 6개이며, 12개는 면심 입방 구조의 값이다.
③ X: 틀린 표현은 'ㄱ=5'이다. 체심 입방 구조의 단위 세포당 입자 수는 꼭짓점 기여분 1개와 체심 1개를 합한 2개이다.
④ X: 틀린 표현은 'ㄱ=5, ㄴ=14'이다. 체심 입방 구조의 단위 세포당 입자 수는 2개이고, 면심 입방 구조의 단위 세포당 입자 수는 4개이다.
⑤ X: 틀린 표현은 'ㄱ=8, ㄴ=14'이다. 체심 입방 구조와 면심 입방 구조의 단위 세포당 입자 수는 각각 2개와 4개이다. 8과 14는 이 표의 해당 값이 아니다.

오답 포인트

체심 입방 구조의 가장 인접한 입자 수 8개와 단위 세포당 입자 수 2개를 혼동하기 쉽다. 또한 면심 입방 구조의 가장 인접한 입자 수 12개를 단순 입방 구조의 값으로 바꾸어 판단하면 ②를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 구조별 단위 세포당 입자 수를 단순·체심·면심 순서로 1, 2, 4로 확인한다. 이어 가장 인접한 입자 수를 같은 순서로 6, 8, 12로 대응시켜 빈칸의 항목이 입자 수인지 인접 입자 수인지 구분한다.

암기 포인트

단순·체심·면심은 입자 수가 1·2·4, 인접 입자 수가 6·8·12이다.

NoteBase

문 23. 0.50M **포름산(HCOOH,** $K_a = 2.0 \times 10^{-4}$**) 수용액의 pH는?**

$\mathrm{HCOOH}(aq) \rightleftharpoons \mathrm{HCOO^-}(aq) + \mathrm{H^+}(aq)$

① 1.5
② 2.0
③ 2.5
④ 3.0
⑤ 3.5

정답 2번

출제 포인트

약산인 포름산의 산 해리 상수 K_a와 초기 농도로부터 수소 이온 농도와 pH를 구하는 문제이다.

조건 정리

초기 포름산 농도는 $0.50M$, $K_a = 2.0 \times 10^{-4}$이다. 해리하여 생기는 $\mathrm{H^+}$의 농도를 xM로 둔다.

사용할 공식

$K_a = \frac{[\mathrm{HCOO^-}][\mathrm{H^+}]}{[\mathrm{HCOOH}]} = \frac{x^2}{0.50 - x}$
약산의 해리 정도가 작으므로 $0.50 - x \approx 0.50$으로 두어 $K_a \approx x^2/0.50$을 사용한다.

계산 과정

$x \approx \sqrt{K_a \times 0.50} = \sqrt{(2.0 \times 10^{-4}) \times 0.50} = 1.0 \times 10^{-2} M$
따라서 $[\mathrm{H^+}] \approx 1.0 \times 10^{-2} M$이고,
$\mathrm{pH} = -\log(1.0 \times 10^{-2}) = 2.0$
근사 없이 풀어도 $[\mathrm{H^+}] \approx 9.90 \times 10^{-3} M$, pH는 약 2.00으로 같은 선지에 해당한다.

NoteBase

선지 판단

① X: pH 1.5는 $[H^+] \approx 3.2 \times 10^{-2} M$를 뜻하여 계산값보다 약 3배 크다. 틀린 표현 '1.5' → 올바르게는 '2.0'이다.
② O: 계산한 pH가 약 2.0이므로 옳다.
③ X: pH 2.5는 $[H^+] \approx 3.2 \times 10^{-3} M$를 뜻하여 계산값보다 작다. 틀린 표현 '2.5' → 올바르게는 '2.0'이다.
④ X: pH 3.0은 $[H^+] = 1.0 \times 10^{-3} M$를 뜻한다. K_a의 지수와 농도를 곱한 뒤 제곱근을 취하지 않으면 이런 작은 값으로 잘못 판단할 수 있다. 틀린 표현 '3.0' → 올바르게는 '2.0'이다.
⑤ X: pH 3.5는 $[H^+] \approx 3.2 \times 10^{-4} M$를 뜻하여 계산값보다 훨씬 작다. 틀린 표현 '3.5' → 올바르게는 '2.0'이다.

오답 포인트

$K_a = 2.0 \times 10^{-4}$ 자체를 수소 이온 농도로 보면 안 된다. 약산에서는 $[H^+] \approx \sqrt{K_a C}$이므로, 10^{-4}에 농도를 곱한 뒤 제곱근을 취하는 과정이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

약산 한 종류의 pH 문제는 먼저 $[H^+] \approx \sqrt{K_a C}$를 구하고, 그 값의 10의 지수로 pH를 판단한다. 이 문항에서는 $[H^+] \approx 10^{-2} M$이므로 pH는 2이다.

암기 포인트

약산의 수소 이온 농도: $[H^+] \approx \sqrt{K_a C}$. $K_a C = 10^{-4}$이면 제곱근은 10^{-2}이다.

NoteBase

문 24. 25°C**에서** 10.0% NaOH **수용액의 밀도가** 1.10g/mL**일 때, 이 수용액의 몰농도(**M**)는? (단,** NaOH **의 화학식량은 40.0이다.)**

① 2.50

② 2.75

③ 3.00

④ 3.25

⑤ 3.50

정답 2번

출제 포인트

질량백분율과 밀도를 이용해 용액 $1L$에 들어 있는 NaOH의 몰수를 구하는 문제이다.

조건 정리

질량백분율 10.0%는 용액 $100g$에 NaOH가 $10.0g$ 들어 있음을 뜻한다.
밀도 $1.10g/mL$이므로 용액 $1L$의 질량은 $1.10 \times 1{,}000 = 1{,}100g$이다.
NaOH의 화학식량은 $40.0g/mol$이다.

사용할 공식

몰농도는 $M = \frac{n}{V}$이다. 여기서 n은 용질의 몰수, V는 용액의 부피(L)이다. 질량백분율로 용질 질량을 구하고, 화학식량으로 몰수로 바꾼 뒤 $1L$당 몰수로 계산한다.

계산 과정

1. 용액 $1{,}100g$에 포함된 NaOH의 질량은 $1{,}100 \times 0.100 = 110g$이다.
2. NaOH의 몰수는 $\frac{110g}{40.0g/mol} = 2.75mol$이다.
3. 이 양은 정확히 $1L$의 용액에 들어 있으므로 몰농도는 $\frac{2.75mol}{1L} = 2.75M$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과는 $2.75M$이므로 2.50은 틀리다. 틀린 표현 '2.50' → 올바르게는 '2.75'이다. 2.50은 NaOH 질량 또는 용액 질량을 잘못 적용하여 몰수를 작게 계산한 값이다.
② O: 10.0%, 밀도 $1.10g/mL$, 화학식량 $40.0g/mol$을 적용하면 $2.75M$가 된다.
③ X: 계산 결과는 $2.75M$이므로 3.00은 틀리다. 틀린 표현 '3.00' → 올바르게는 '2.75'이다. 밀도를 반올림하거나 질량백분율을 과대 적용하면 큰 값이 나온다.
④ X: 계산 결과는 $2.75M$이므로 3.25는 틀리다. 틀린 표현 '3.25' → 올바르게는 '2.75'이다. 용액 $1L$의 질량 $1{,}100g$에 10.0%를 정확히 적용해야 한다.
⑤ X: 계산 결과는 $2.75M$이므로 3.50은 틀리다. 틀린 표현 '3.50' → 올바르게는 '2.75'이다. 질량백분율 10.0%를 10배가 아닌 다른 비율로 처리하면 이런 오답이 생긴다.

오답 포인트

질량백분율 10.0%를 용액 $100mL$에 NaOH $10.0g$이 들어 있다는 뜻으로 오해하면 안 된다. 먼저 밀도로 용액의 부피를 질량으로 바꾸고, 그 질량의 10.0%를 NaOH 질량으로 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량백분율과 밀도가 함께 주어지면 용액 $1L$를 기준으로 잡아 '용액 질량 → 용질 질량 → 몰수 → 몰농도' 순서로 계산한다.

암기 포인트

질량백분율 용액의 몰농도는 '$1L$의 용액 질량 × 질량분율 ÷ 화학식량'으로 구한다.

NoteBase

문 25. 밀폐된 강철 용기에 에테인(C_2H_6) 30g과 산소(O_2) 160g을 넣고 완전 연소 반응을 완결시켰을 때, 강철 용기에 존재하는 물질의 총 몰수는? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

① 5
② 5.5
③ 6
④ 6.5
⑤ 7

정답 4번

출제 포인트

에테인의 완전 연소 반응식을 이용하여 반응 후 강철 용기 안에 남아 있는 산소와 생성된 이산화 탄소, 물의 몰수를 합하는 문제이다.

조건 정리

에테인 C_2H_6 30 g은 1 mol이고, 산소 O_2 160 g은 5 mol이다. 완전 연소이므로 에테인은 모두 반응하여 CO_2와 H_2O를 만든다.

사용할 공식

연소 반응식은
$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$
이다. 반응식의 계수는 같은 온도와 압력에서 반응물의 소모 몰수와 생성물의 생성 몰수 비를 뜻하므로, 에테인 1 mol에 대한 산소 소모량과 생성물 몰수를 구할 수 있다.

계산 과정

1. $M(C_2H_6) = 2 \times 12 + 6 \times 1 = 30$, $M(O_2) = 2 \times 16 = 32$이므로 $n(C_2H_6) = 30/30 = 1$ mol, $n(O_2) = 160/32 = 5$ mol이다.
2. 에테인 1 mol이 완전 연소할 때 O_2는 3.5 mol 소모되고, CO_2 2 mol과 H_2O 3 mol이 생성된다.
3. 산소는 $5 - 3.5 = 1.5$ mol 남는다. 따라서 용기 속 총 몰수는 $2 + 3 + 1.5 = 6.5$ mol이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 총 몰수는 5 mol이 아니다. 틀린 표현 '5' → 올바르게는 6.5 mol이다. 생성된 CO_2와 H_2O를 합산하지 않으면 이런 값이 나올 수 있다.
② X: 총 몰수는 5.5 mol이 아니다. 틀린 표현 '5.5' → 올바르게는 6.5 mol이다. 산소가 1.5 mol 남는다는 점은 맞지만, 생성물의 총몰수 CO_2 2 mol과 H_2O 3 mol을 모두 더해야 한다.
③ X: 총 몰수는 6 mol이 아니다. 틀린 표현 '6' → 올바르게는 6.5 mol이다. 산소 소모량을 반응식 비에 맞지 않게 4 mol로 처리하면 생길 수 있는 오답이다.
④ O: 반응 후 CO_2 2 mol, H_2O 3 mol, 남은 O_2 1.5 mol이므로 총몰수는 6.5 mol이다.
⑤ X: 총 몰수는 7 mol이 아니다. 틀린 표현 '7' → 올바르게는 6.5 mol이다. 산소 5 mol이 모두 남거나 생성물 몰수를 과대하게 더한 경우의 오답이다.

오답 포인트

연소 뒤 용기 속 물질은 생성물만이 아니라 남은 산소도 포함한다. 또한 반응식에서 에테인 1 mol당 산소 소모량은 3.5 mol이지 3 mol이나 4 mol이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

연소 계산은 질량을 몰수로 바꾼 뒤 반응식 계수비로 제한 반응물과 남는 반응물을 확인하고, 반응 후 존재하는 모든 물질의 몰수를 합산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

C_2H_6 1 mol 완전 연소: O_2 3.5 mol 소모, CO_2 2 mol과 H_2O 3 mol 생성이다.

NoteBase