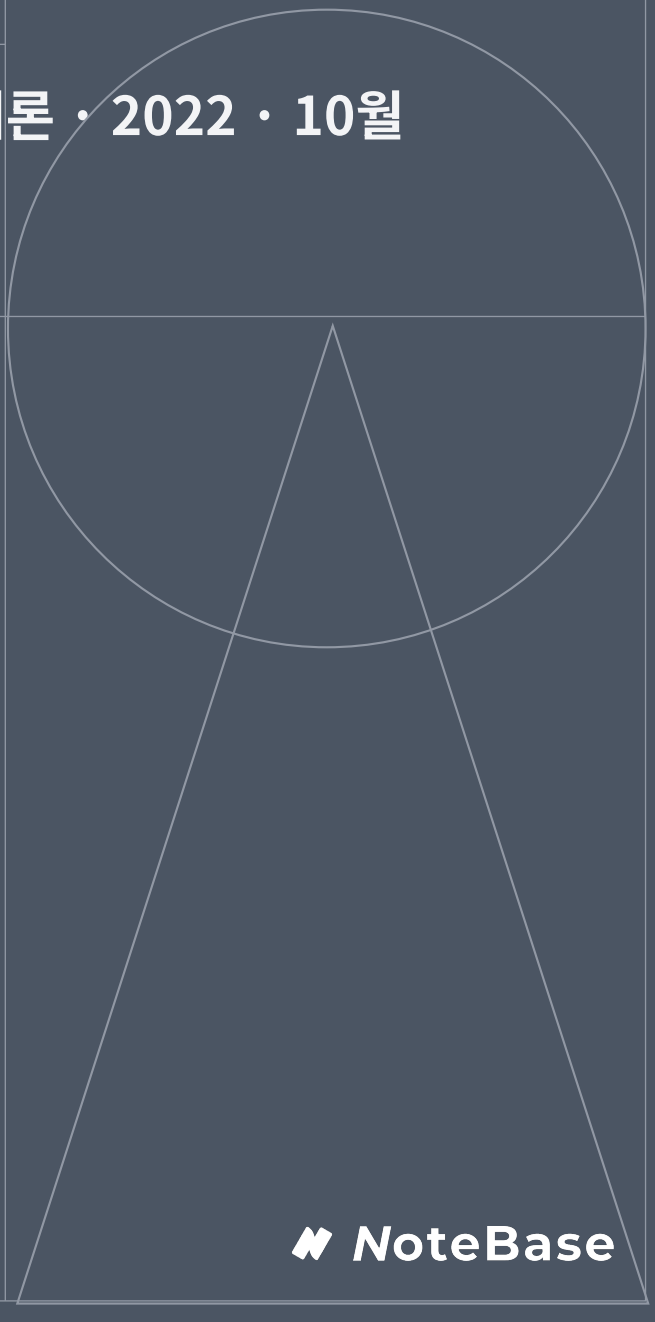
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2022 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2022 · 10월

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2022 · 10월

문 1. 가장 많은 수의 탄소(C) 원자를 포함하는 것은? (단, CO_2, C_2H_4, C_3H_8, 탄소(C)의 몰질량은 각각 44, 28, 44, $12g/mol$이라고 가정하고, 아보가드로 수는 6.0×10^{23}으로 가정한다.)

① $22g\ C_3H_8$

② $0.50mol\ C_2H_4$

③ $44g\ CO_2$

④ 탄소(C) 원자 6.0×10^{23}개

정답 1번

출제 포인트

분자 1몰에 들어 있는 탄소 원자 수와 시료의 몰수를 연결하여 각 선택지의 탄소 원자 총량을 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
22 g C3H8, 0.50 mol C2H4, 44 g CO2, 탄소 원자 6.0×10^23개
구해야 할 값:
각 선택지가 포함하는 탄소 원자의 총몰수와 총개수
주의할 조건:
질량, 몰수, 개수로 제시된 값을 바로 비교하지 말고 모두 탄소 원자의 몰수로 통일해야 한다.

사용할 공식

탄소 원자 몰수 = 물질 몰수 × 분자 1개당 탄소 원자 수
원자 수 = 몰수 × 6.0×10^23
이 공식을 쓰는 이유:
문항이 질량, 몰수, 원자 개수를 섞어서 제시했으므로 모두 탄소 원자의 몰수로 바꾸어야 가장 많은 선택지를 정확히 비교할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. ① 22 g C3H8은 22/44 = 0.5*mol*의 C3H8이다.
2. C3H8 한 분자에는 탄소가 3개 있으므로 ①의 탄소 원자는 0.5 × 3 = 1.5*mol*이다.
3. ② 0.50 mol C2H4는 탄소 원자가 0.50 × 2 = 1.0*mol*이다.
4. ③ 44 g CO2는 44/44 = 1.0*mol*의 CO2이므로 탄소 원자도 1.0 × 1 = 1.0*mol*이다.
5. ④ 탄소 원자 6.0×10^23개는 아보가드로 수와 같으므로 탄소 원자 1.0*mol*이다.
6. 비교하면 ①만 탄소 원자 1.5*mol*, 즉 9.0×10^{23}개로 가장 많다.

선지별 해설

① O

- 22 g C3H8은 0.5 mol의 C3H8이고, 분자 1개당 탄소가 3개이므로 탄소 원자는 1.5*mol*이다. 이는 9.0×10^{23}개이므로 네 선택지 중 가장 많다.

② X

- 0.50 mol C2H4는 탄소 원자가 1.0*mol*, 즉 6.0×10^23개이다. ①의 1.5*mol*보다 적으므로 가장 많지 않다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 '0.50 mol C2H4는 탄소 원자 6.0×10^23개를 포함한다'이다.

③ X

- 44 g CO2는 1.0 mol의 CO2이므로 탄소 원자도 1.0*mol*, 즉 6.0×10^23개이다. ②, ④와 같고 ①보다 적다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 '44 g CO2는 탄소 원자 6.0×10^23개를 포함한다'이다.

④ X

- 탄소 원자 6.0×10^23개는 정의상 탄소 원자 1.0*mol*이다. ①의 1.5*mol*보다 적으므로 정답이 될 수 없다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 '탄소 원자 6.0×10^23개는 탄소 원자 1.0 mol에 해당한다'이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 제시 단위가 서로 다르다는 점이다. ④의 6.0×10^23이라는 큰 숫자만 보고 가장 많다고 착각하기 쉽고, ①은 질량이 작아 보여도 C3H8 한 분자에 탄소가 3개 들어 있다는 점까지 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자 수 비교 문제는 모든 선택지를 먼저 '해당 원소의 몰수'로 바꾼 뒤 비교하면 된다. 질량은 몰질량으로 나누고, 화학식은 원소 개수를 곱하고, 개수는 아보가드로 수로 나누면 같은 기준이 된다.

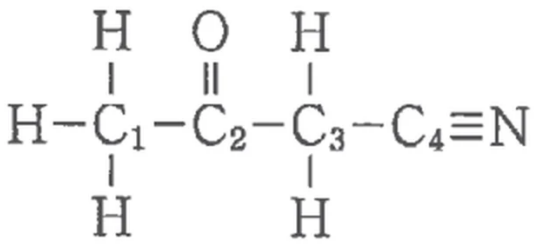
암기 포인트

원자 수 비교는 원소 몰수 비교이며, 분자 1몰 속 특정 원자의 몰수는 화학식의 아래첨자만큼 곱해진다.

NoteBase

문 2. <보기> 속의 탄소 원자 4개는 sp, sp^2 혹은 sp^3의 혼성 오비탈을 갖는다. 탄소 4개가 갖는 혼성 오비탈을 고려할 때, s 오비탈의 기여가 가장 큰 혼성 오비탈을 지닌 탄소는?

〈보기〉



① C_1

② C_2

③ C_3

④ C_4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 구조식에서 각 탄소의 혼성 상태를 판별하고 혼성 오비탈의 *s* 성분 비율을 비교할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

sp 혼성은 s 오비탈 1개와 p 오비탈 1개가 섞인 혼성으로 *s* 성분이 50%이다.
sp^2 혼성은 s 오비탈 1개와 p 오비탈 2개가 섞인 혼성으로 *s* 성분이 약 33%이다.
sp^3 혼성은 s 오비탈 1개와 p 오비탈 3개가 섞인 혼성으로 *s* 성분이 25%이다.
따라서 *s* 성분의 크기는 $sp > sp^2 > sp^3$ 순서이다.

선지별 해설

① X. C1은 세 개의 H와 C2에 단일결합한 메틸 탄소이므로 sp^3 혼성이다. *s* 성분은 25%이므로 가장 크지 않다. 틀린 표현은 'C1이 가장 큰 *s* 성분을 가진다'이다. 올바르게는 'C1은 sp^3 탄소이다'이다.
② X. C2는 O와 이중결합한 카보닐 탄소이므로 sp^2 혼성이다. *s* 성분은 약 33%로 sp^3보다는 크지만 *sp*보다는 작다. 틀린 표현은 'C2가 가장 크다'이다. 올바르게는 'C2는 sp^2 탄소이며 최대는 아니다'이다.
③ X. C3은 C2, C4, H, H와 네 개의 단일결합을 하는 탄소이므로 sp^3 혼성이다. *s* 성분은 25%이므로 최대가 아니다. 틀린 표현은 'C3이 가장 큰 *s* 성분을 가진다'이다. 올바르게는 'C3은 sp^3 탄소이다'이다.
④ O. C4는 N과 삼중결합하고 C3와 단일결합한 니트릴 탄소이므로 *sp* 혼성이다. *sp* 혼성은 *s* 성분이 50%로 가장 크므로 정답이다.

NoteBase

오답 포인트

이중결합 탄소인 C2를 보고 가장 s 성분이 클 것이라고 착각하기 쉽다. 그러나 혼성 오비탈의 s 성분은 결합 차수 자체가 아니라 혼성 유형으로 비교하므로 삼중결합 탄소인 sp가 가장 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 탄소에서 전자영역 수를 세어 단일결합 위주면 sp^3, 이중결합을 포함하면 sp^2, 삼중결합을 포함하면 sp로 분류한다. 그다음 $sp > sp^2 > sp^3$ 순서로 s 성분을 비교하면 된다.

암기 포인트

삼중결합 sp는 50%, 이중결합 sp^2는 33%, 단일결합 sp^3는 25%이다.

NoteBase

문 3. <보기>의 화합물 중에서 가장 안정한 상태의 기하 구조를 고려할 때 극성 분자를 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 물(H_2O)
ㄴ. 이산화탄소(CO_2)
ㄷ. 암모니아(NH_3)
ㄹ. 메테인(CH_4)

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

분자의 기하 구조와 결합 쌍극자 상쇄 여부를 함께 보아 극성 분자와 무극성 분자를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

극성 분자는 결합의 극성이 있으면서 분자 전체의 모양이 비대칭이어서 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않는 분자이다.
무극성 분자는 결합이 비극성이거나, 결합이 극성이어도 선형·정사면체처럼 대칭 구조라서 쌍극자 모멘트가 서로 상쇄되는 분자이다.
물은 굽은형, 암모니아는 삼각뿔형이어서 극성 분자이고, 이산화탄소는 선형, 메테인은 정사면체 대칭 구조이어서 무극성 분자이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ인 물은 극성 분자가 맞지만, ㄴ인 이산화탄소는 선형 구조라서 양쪽 C=O 결합의 쌍극자가 서로 상쇄된다.
틀린 표현은 "ㄱ, ㄴ"이다. 올바르게는 "ㄱ, ㄷ"이다.

② O
ㄱ인 물은 굽은형 구조로 쌍극자가 상쇄되지 않아 극성 분자이고, ㄷ인 암모니아는 삼각뿔형 구조로 비공유 전자쌍 때문에 비대칭이어서 극성 분자이다.

③ X
ㄴ인 이산화탄소는 무극성 분자이고, ㄹ인 메테인도 정사면체 대칭 구조라서 무극성 분자이다.
틀린 표현은 "ㄴ, ㄹ"이다. 올바르게는 "극성 분자는 포함되지 않는다" 또는 "ㄱ, ㄷ"이다.

④ X
ㄷ인 암모니아는 극성 분자가 맞지만, ㄹ인 메테인은 정사면체 대칭 구조이므로 무극성 분자이다.
틀린 표현은 "ㄷ, ㄹ"이다. 올바르게는 "ㄱ, ㄷ"이다.

오답 포인트

결합이 극성이면 분자도 곧바로 극성이라고 생각하면 이산화탄소를 잘못 고르게 된다. 이 문제의 함정은 결합의 극성 여부가 아니라 분자 전체의 대칭성과 쌍극자 상쇄 여부를 함께 보아야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중심 원자의 전자쌍 배치로 기하 구조를 정한 뒤, 각 결합의 쌍극자가 대칭적으로 상쇄되는지 확인하면 된다. 굽은형과 삼각뿔형은 대체로 극성, 선형의 대칭 분자와 정사면체의 대칭 분자는 대체로 무극성으로 판단된다.

암기 포인트

굽은형 H_2O, 삼각뿔형 NH_3는 극성이고, 선형 CO_2, 정사면체 CH_4는 대칭이라 무극성이다.

NoteBase

문 4. <보기>의 3가지 화학종에서 두 산소(O) 원자 사이의 결합이 센 순서대로 바르게 나열한 것은?

<보기>
O_2 O_2^+ O_2^-

① $O_2 > O_2^+ > O_2^-$
② $O_2 > O_2^- > O_2^+$
③ $O_2^+ > O_2 > O_2^-$
④ $O_2^+ > O_2^- > O_2$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 O_2, O_2^+, O_2^-의 분자궤도함수상 결합차수와 결합 세기의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

O_2: 반결합성 π^* 오비탈에 전자 2개가 들어 있는 산소 분자이며 결합차수는 2이다.
O_2^+: O_2에서 반결합성 전자 1개가 빠져 결합차수는 2.5가 된다.
O_2^-: O_2에 반결합성 전자 1개가 더 들어가 결합차수는 1.5가 된다.
결합차수가 클수록 결합은 더 세고 결합 길이는 더 짧다.

선지별 해설

① X: 틀린 배열은 $O_2 > O_2^+ > O_2^-$이다. O_2^+는 반결합성 전자가 1개 줄어 결합차수가 2.5로 가장 크므로 O_2보다 결합이 더 세다. 올바르게는 $O_2^+ > O_2 > O_2^-$이다.
② X: 틀린 배열은 $O_2 > O_2^- > O_2^+$이다. O_2^-는 반결합성 전자가 1개 늘어 결합차수가 1.5로 가장 작으므로 O_2^+보다 강할 수 없다. 올바르게는 $O_2^+ > O_2 > O_2^-$이다.
③ O: O_2^+의 결합차수는 2.5, O_2의 결합차수는 2, O_2^-의 결합차수는 1.5이므로 결합 세기는 $O_2^+ > O_2 > O_2^-$가 맞다.
④ X: 틀린 배열은 $O_2^+ > O_2^- > O_2$이다. O_2^-가 O_2보다 세다고 본 부분이 틀리다. O_2^-는 반결합성 전자가 늘어나 결합이 약해지므로 올바르게는 $O_2^+ > O_2 > O_2^-$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 이온의 전하만 보고 양이온이면 약하고 음이온이면 강하다고 단순화하는 데 있다. 분자 결합 세기는 전하 부호가 아니라 결합차수로 판단하며, 특히 반결합성 오비탈의 전자가 줄면 오히려 결합이 강해진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

산소 분자 이온 비교는 먼저 추가되거나 제거되는 전자가 결합성인지 반결합성인지 확인한 뒤 결합차수를 다시 계산하면 된다. 반결합성 전자가 줄면 결합이 강해지고, 반결합성 전자가 늘면 결합이 약해진다.

암기 포인트

산소 분자 이온은 O_2^+가 가장 세고 O_2^-가 가장 약하다. 반결합성 전자 감소는 결합 강화, 반결합성 전자 증가는 결합 약화이다.

NoteBase

문 5. 산성용액에서 화학반응 $MnO_4^- + ClO_3^- \rightarrow Mn^{2+} + ClO_4^-$의 균형잡힌 반응식을 구했을 때 총계수의 합은?

① 23

② 25

③ 27

④ 29

정답 1번

출제 포인트

산성 용액에서 반반응법으로 산화·환원 반응식을 맞춘 뒤 최종 반응식의 총계수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응은 $MnO_4^- + ClO_3^- \rightarrow Mn^{2+} + ClO_4^-$이다.
산성 조건이므로 H^+와 H_2O를 사용해 산소와 수소를 맞춘다.
Mn은 $+7 \rightarrow +2$로 5전자 환원되고, Cl은 $+5 \rightarrow +7$로 2전자 산화된다.
구해야 할 값은 최종적으로 약분과 소거를 마친 반응식의 총계수이다.

사용할 공식

환원 반반응은 $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$이다.
산화 반반응은 $ClO_3^- + H_2O \rightarrow ClO_4^- + 2H^+ + 2e^-$이다.
산성 용액의 산화·환원 반응은 반반응을 각각 맞춘 뒤 전자 수를 같게 하여 더하는 방식으로 정리된다.

계산 과정

1. 환원 반반응과 산화 반반응의 전자 수를 맞추기 위해 Mn 반반응에 2를, Cl 반반응에 5를 곱한다.
2. 그러면
$2MnO_4^- + 16H^+ + 10e^- + 5ClO_3^- + 5H_2O \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5ClO_4^- + 10H^+ + 10e^-$가 된다.
3. 양변의 $10e^-$, $10H^+$, $5H_2O$를 소거하면 $2MnO_4^- + 5ClO_3^- + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5ClO_4^- + 3H_2O$가 된다.
4. 총계수의 합은 $2 + 5 + 6 + 2 + 5 + 3 = 23$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
최종 반응식의 총계수 합이 23이므로 맞는 선택지이다.

② X
계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 "총계수의 합이 25"라는 부분이다. 올바르게는 "산성 조건에서 소거까지 마친 최종 반응식의 총계수 합은 23"이다.

③ X
계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 "총계수의 합이 27"이라는 부분이다. 올바르게는 "반반응을 합친 뒤 H^+와 H_2O를 정리하면 총계수 합은 23"이다.

④ X
계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 "총계수의 합이 29"라는 부분이다. 올바르게는 "전자 수를 맞춘 뒤 공통 항을 소거한 최종식의 총계수 합은 23"이다.

오답 포인트

전자 수만 맞추고 끝내거나, 반반응을 더한 뒤 H^+와 H_2O를 소거하지 않으면 오답이 나온다. 이 문항의 함정은 중간식의 계수를 최종 계수로 착각하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

산성 산화·환원식은 산화수 변화로 전자 수를 먼저 확인하고, 반반응을 맞춘 뒤, 전자 수를 통일해서 합치고, 마지막에 H^+와 H_2O를 반드시 소거하는 순서로 판단된다.

암기 포인트

산성 용액 반반응법의 핵심은 O는 H_2O, H는 H^+, 전하는 e^-로 맞춘 뒤 공통 항을 끝까지 소거하는 것이다.

NoteBase

문 6. <보기>의 반응에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)\ \Delta H^\circ = 66.36\text{kJ/mol}$

① 발열반응이다.

② 엔트로피는 증가한다.

③ 온도를 높이면 생성물이 감소한다.

④ 이 반응은 모든 온도에서 비자발적이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 반응의 ΔH°, 기체 몰수 변화에 따른 엔트로피 변화, 그리고 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$로 자발성을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

엔탈피 변화는 반응이 열을 흡수하는지 방출하는지를 나타내며, $\Delta H^\circ > 0$이면 흡열반응이다.
엔트로피 변화는 무질서도의 변화를 뜻하며, 기체 몰수가 줄어들면 일반적으로 $\Delta S < 0$이다.
자발성은 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$로 판단하며, $\Delta H > 0$이고 $\Delta S < 0$이면 모든 온도에서 $\Delta G > 0$이므로 비자발적이다.

선지별 해설

① X: $\Delta H^\circ = +66.36kJ/mol$이므로 이 반응은 열을 흡수하는 흡열반응이다. 틀린 표현은 '발열반응'이며, 올바르게는 '흡열반응'이다.
② X: 반응 전 기체 몰수는 3몰이고 반응 후 기체 몰수는 2몰이므로 엔트로피는 감소하는 방향이다. 틀린 표현은 '엔트로피는 증가한다'이며, 올바르게는 '엔트로피는 감소한다'이다.
③ X: 흡열반응은 온도를 높이면 평형이 생성물 쪽으로 이동한다. 따라서 생성물은 감소하지 않는다. 틀린 표현은 '생성물이 감소한다'이며, 올바르게는 '생성물이 증가한다' 또는 '평형이 생성물 쪽으로 이동한다'이다.
④ O: 이 반응은 $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$에서 두 항이 모두 양의 방향으로 작용한다. 따라서 모든 온도에서 $\Delta G > 0$가 되어 비자발적이다.

오답 포인트

③에서 온도 상승과 생성물 감소를 연결하면 르샤틀리에 원리를 거꾸로 적용하게 된다. 또한 ④는 자발성을 엔탈피만으로 판단하면 놓치기 쉽고, 반드시 ΔH와 ΔS의 부호를 함께 봐야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 ΔH의 부호로 흡열·발열을 판단하고, 다음으로 기체 몰수 증감으로 ΔS의 부호를 본다. 마지막으로 ΔH와 ΔS의 부호를 조합해 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$의 온도 의존성을 판단하면 된다.

암기 포인트

$\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$이면 모든 온도에서 비자발적이고, 흡열반응은 온도 상승 시 생성물 쪽이 유리하다.

NoteBase

문 7. NO_3^-에서 N과 O의 산화수를 순서대로 바르게 나열한 것은?

① +4, -2

② +4, -3

③ +5, -2

④ +5, -3

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 다원자 이온의 전체 전하와 각 원자의 산화수 합의 관계를 이용해 NO_3^-에서 N과 O의 산화수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 종은 NO_3^-이다.
구해야 할 값은 N과 O의 산화수이다.
다원자 이온에서는 각 원자의 산화수 합이 이온의 전체 전하와 같아진다.

사용할 공식

원자들의 산화수 합 = 이온의 전체 전하
NO_3^-에서는 O가 일반적으로 -2이므로 N의 값을 식으로 구할 수 있다. 이 문제는 개별 원자의 산화수를 직접 외우는 문제가 아니라 전체 전하 조건으로 미지수를 결정하는 상황이다.

계산 과정

1. 산소 O의 산화수는 일반적으로 -2이다.
2. NO_3^-에서 O가 3개이므로 O의 산화수 합은 $3 \times (-2) = -6$이다.
3. N의 산화수를 x라 두면 $x + (-6) = -1$이다.
4. 따라서 $x = +5$이므로 N의 산화수는 +5, O의 산화수는 -2이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: N을 +4로 본 점이 틀리다. $+4+3\times(-2)=-2$가 되어 NO_3^-의 전하 -1과 맞지 않는다. 틀린 표현은 N의 산화수가 +4라는 부분이며, 올바르게는 N이 +5이고 O가 -2이다.
② X: O를 -3으로 본 점이 틀리다. 산소는 과산화물이나 초과산화물 같은 예외가 아니면 일반적으로 -2이다. 틀린 표현은 O의 산화수가 -3이라는 부분이며, 올바르게는 O가 -2이고 N은 +5이다.
③ O: O를 -2로 두면 O 3개의 합은 -6이고, 전체 전하가 -1이 되려면 N은 +5가 되어야 한다. 따라서 +5, -2의 조합이 맞다.
④ X: N을 +5로 본 점은 맞지만 O를 -3으로 본 점이 틀리다. $+5+3\times(-3)=-4$가 되어 전하가 맞지 않는다. 틀린 표현은 O의 산화수가 -3이라는 부분이며, 올바르게는 O가 -2이다.

오답 포인트

산소의 산화수를 무조건 음수라는 정도로만 기억하고 -2를 놓치거나, 전체 전하가 -1이라는 조건을 식에 반영하지 않으면 ①처럼 N을 +4로 오판하기 쉽다. ②와 ④는 산소의 대표 산화수를 헷갈리게 하는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

다원자 이온의 산화수 문제는 먼저 자주 고정되는 원소의 산화수를 넣고, 그 합이 이온 전체 전하와 같아지도록 나머지 원자의 값을 맞추면 된다. 이 문제에서는 O를 -2로 확정한 뒤 N을 계산하면 된다.

암기 포인트

산소는 대부분 -2이고, 다원자 이온의 산화수 합은 이온 전하와 같다.

NoteBase

문 8. <보기>의 화합물 중 명명법이 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. $HClO$ - 아염소산
ㄴ. Na_2SO_3 - 아황산 소듐
ㄷ. KCN - 탄화 질소 칼륨
ㄹ. $Ca(HCO_3)_2$ - 탄산수소 칼슘

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 산과 이온 화합물의 한글 명명에서 옥소산의 산소 수와 다원자 이온 이름을 정확히 대응시키는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

HClO는 염소의 옥소산 중 산소가 1개인 차아염소산이고, 아염소산은 HClO2이다.
SO3^2-는 아황산 이온이므로 Na2SO3는 아황산 소듐이다.
CN^-는 탄소와 질소를 따로 읽지 않고 시안화 이온으로 읽으므로 KCN은 시안화 칼륨이다.
HCO3^-는 탄산수소 이온이므로 Ca(HCO3)2는 탄산수소 칼슘이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2022 · 10월

선지별 해설

① X
ㄱ은 틀리고 ㄴ만 맞으므로 "ㄱ, ㄴ" 조합은 옳지 않다.
ㄱ의 틀린 표현은 "아염소산"이다. HClO의 올바른 이름은 차아염소산이다.

② X
ㄱ과 ㄷ이 모두 틀리므로 "ㄱ, ㄷ" 조합은 옳지 않다.
ㄱ은 HClO를 아염소산으로 적었는데, 실제로는 차아염소산이다.
ㄷ의 틀린 표현은 "탄화 질소"이다. CN^-는 시안화 이온이므로 KCN의 올바른 이름은 시안화 칼륨이다.

③ O
ㄴ과 ㄹ이 모두 옳으므로 "ㄴ, ㄹ" 조합이 정답이다.
Na2SO3는 SO3^2-를 포함하므로 아황산 소듐으로 부른다.
Ca(HCO3)2는 HCO3^-를 포함하므로 탄산수소 칼슘으로 부른다.

④ X
ㄹ은 맞지만 ㄷ이 틀리므로 "ㄷ, ㄹ" 조합은 옳지 않다.
ㄷ은 KCN을 탄화 질소 칼륨으로 적은 것이 틀렸고, 올바르게는 시안화 칼륨이다.

오답 포인트

ㄱ에서는 염소 옥소산의 산소 수에 따라 차아염소산, 아염소산, 염소산이 달라진다는 점을 놓치기 쉽다. ㄷ에서는 CN^-를 탄소와 질소로 따로 읽어 "탄화 질소"처럼 적는 오류가 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 다원자 이온을 하나의 이름으로 읽는지 확인하고, 옥소산은 중심 원소가 같을 때 산소 수에 따라 차아-, 아-, 과- 계열이 달라진다고 판단하면 된다. 보기 각각의 옳고 그름을 먼저 확정한 뒤 조합 선지를 고르면 된다.

암기 포인트

HClO는 차아염소산, CN^-는 시안화, HCO3^-는 탄산수소로 기억하면 된다.

NoteBase

문 9. <보기>는 어떤 반응의 메커니즘이다. 이 반응에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>
1단계: $NO(g) + NO(g) \rightleftharpoons N_2O_2(g)$ 빠른 평형
2단계: $N_2O_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ 느림

① 1단계는 일분자도 반응이다.
② 전체 반응 속도식은 $k[NO]^2$이다.
③ 속도 결정 단계는 가장 빠른 단계이다.
④ 전체 반응식은 $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$이다.

정답 4번

출제 포인트

빠른 평형과 느린 단계를 포함한 반응 메커니즘에서 전체 반응식, 분자수, 속도 결정 단계, 전체 속도식을 연결해 판단하는 문제이다.

핵심 개념

소반응은 한 단계에서 실제로 충돌하는 입자 수로 분자수를 판단하는 반응이다.
속도 결정 단계는 여러 단계 중 가장 느린 단계이며 전체 반응 속도를 좌우한다.
빠른 평형이 먼저 성립하면 느린 단계의 속도식에 중간체 농도를 빠른 평형식으로 치환해 전체 속도식을 구한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
1단계는 NO 두 분자가 동시에 반응해 N_2O_2를 만드는 한 단계 반응이므로 이분자 반응이다.
틀린 부분은 "일분자도 반응"이라는 표현이다. 올바르게는 "1단계는 이분자 반응이다"이다.

② X
느린 2단계의 속도는 $v = k[N_2O_2][O_2]$이다. 1단계가 빠른 평형이므로 $[N_2O_2] = K[NO]^2$로 둘 수 있어 전체 속도식은 $v = k'[NO]^2[O_2]$가 된다.
틀린 부분은 O_2 항이 빠진 점이다. 올바르게는 "전체 반응 속도식은 $k[NO]^2[O_2]$ 꼴이다"이다.

③ X
속도 결정 단계는 전체 반응 속도를 가장 늦게 만드는 단계이므로 가장 느린 단계이다. 제시된 메커니즘에서는 2단계가 느림으로 표시되어 속도 결정 단계가 된다.
틀린 부분은 "가장 빠른 단계"이다. 올바르게는 "속도 결정 단계는 가장 느린 단계이다"이다.

④ O
두 단계를 더하면 중간체인 N_2O_2는 소거되고 $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$만 남는다. 따라서 전체 반응식은 4번과 같다.

오답 포인트

①은 분자수와 계수를 혼동하면 틀리기 쉽고, ②는 느린 단계만 보고 중간체 N2O2를 그대로 남겨 두면 틀리기 쉽다. ③은 속도 결정 단계를 가장 빠른 단계로 거꾸로 기억한 경우에 걸리는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

메커니즘 문제는 먼저 느린 단계를 찾아 속도 결정 단계를 정하고, 빠른 평형이 있으면 중간체를 반응물 농도로 치환한다. 그다음 각 단계를 더해 중간체가 소거되는지 확인하면 전체 반응식을 판단할 수 있다.

암기 포인트

느린 단계가 속도를 정하고, 빠른 평형은 중간체를 원래 반응물 농도로 바꿔 준다.

NoteBase

문 10. 화합물의 중심 원자에 있는 비공유 전자쌍의 수와 기하 구조를 옳게 짝지은 것은?

① SF_4 - 1쌍, 사면체

② OF_2 - 2쌍, 굽은형

③ PCl_3 - 0쌍, 삼각뿔

④ SF_6 - 1쌍, 팔면체

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 중심 원자의 전자영역 수를 세어 비공유 전자쌍의 수와 분자 기하 구조를 연결하는 VSEPR 개념을 묻는 문제이다.

핵심 개념

분자 기하 구조는 중심 원자 주위의 결합 전자쌍과 비공유 전자쌍을 함께 세어 판단한다.
SF4는 중심 S 주위에 전자영역이 5개라서 비공유 전자쌍 1쌍, 분자 모양은 시소형이다.
OF2는 중심 O 주위에 전자영역이 4개라서 비공유 전자쌍 2쌍, 분자 모양은 굽은형이다.
PCl3는 중심 P 주위에 전자영역이 4개라서 비공유 전자쌍 1쌍, 분자 모양은 삼각뿔형이다.
SF6는 중심 S 주위에 전자영역이 6개라서 비공유 전자쌍 0쌍, 분자 모양은 팔면체형이다.

선지별 해설

① X: SF4의 중심 원자 S에는 비공유 전자쌍이 1쌍 있는 것은 맞지만, 분자 기하 구조는 사면체가 아니라 시소형이다. 틀린 표현은 '사면체'이고, 올바르게는 '1쌍, 시소형'이다.
② O: OF2의 중심 원자 O는 두 개의 O-F 결합과 두 쌍의 비공유 전자쌍을 가져 전자영역이 4개이다. 따라서 비공유 전자쌍은 2쌍이고 분자 기하 구조는 굽은형이므로 옳다.
③ X: PCl3의 중심 원자 P는 세 개의 P-Cl 결합과 비공유 전자쌍 1쌍을 가진다. 틀린 표현은 '0쌍, 삼각뿔'이고, 올바르게는 '1쌍, 삼각뿔형'이다.
④ X: SF6는 중심 원자 S가 여섯 개의 F와 결합하여 비공유 전자쌍이 없다. 팔면체형이라는 구조는 맞지만 비공유 전자쌍 수가 틀렸다. 틀린 표현은 '1쌍'이고, 올바르게는 '0쌍, 팔면체형'이다.

오답 포인트

①은 전자영역 기하를 분자 기하와 혼동하게 만들고, ③은 PCl3를 NH3형 분자라는 점을 놓치면 비공유 전자쌍을 0쌍으로 잘못 보기 쉽다. ④는 구조가 맞는다는 이유로 비공유 전자쌍 수 검토를 생략하면 낚이기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

중심 원자의 결합 수를 먼저 세고 남은 원자가 전자를 비공유 전자쌍으로 배치한 뒤, 결합 전자쌍과 비공유 전자쌍을 합친 전자영역 수로 분자 기하를 판단하면 된다.

암기 포인트

AX2E2는 굽은형, AX3E는 삼각뿔형, AX4E는 시소형, AX6는 팔면체형이다.

NoteBase

문 11. 500K**에서** $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ **반응의 평형상수** K_p**는** 1.0×10^2**이다.** H_2**,** I_2**,** HI**의 압력**[atm]**이 <보기>와 같을 때, 정반응으로 진행하는 것은?**

〈보기〉

	H_2	I_2	HI
ㄱ	0.1	0.1	10
ㄴ	1	1	1
ㄷ	1	1	10
ㄹ	0.1	10	10

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄹ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 평형반응지수 Q_p를 계산하여 K_p와 비교해 정반응, 역반응, 평형 상태를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 500K에서 $K_p = 1.0 \times 10^2$이다.
구해야 할 값: 각 보기의 압력 조건에서 반응이 정반응으로 진행하는지 여부이다.
주의할 조건: 반응식이 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$이므로 HI의 압력은 제곱하고, H_2와 I_2는 1제곱으로 넣는다.

사용할 공식

평형반응지수는 $Q_p = \frac{(P_{HI})^2}{P_{H_2}P_{I_2}}$이다.
판단 기준은 $Q_p < K_p$이면 정반응, $Q_p > K_p$이면 역반응, $Q_p = K_p$이면 평형이다.
이 문제는 각 기체의 분압이 직접 주어졌으므로 각 보기마다 Q_p를 계산해 K_p와 비교하면 된다.

NoteBase

계산 과정

1. ㄱ에 대해 $Q_p = \frac{10^2}{0.1 \times 0.1} = \frac{100}{0.01} = 1.0 \times 10^4$이다.
2. ㄴ에 대해 $Q_p = \frac{1^2}{1 \times 1} = 1$이다.
3. ㄷ에 대해 $Q_p = \frac{10^2}{1 \times 1} = 100$이다.
4. ㄹ에 대해 $Q_p = \frac{10^2}{0.1 \times 10} = \frac{100}{1} = 100$이다.
5. $K_p = 100$과 비교하면 ㄴ만 $Q_p < K_p$이고, ㄷ과 ㄹ은 $Q_p = K_p$, ㄱ은 $Q_p > K_p$이다.

선지 판단

① X
ㄱ의 $Q_p = 1.0 \times 10^4$로 $K_p = 100$보다 크다. 생성물 HI가 상대적으로 너무 많으므로 역반응으로 진행한다.
틀린 표현은 "정반응으로 진행"이다. 올바르게는 "역반응으로 진행한다"로 고쳐야 한다.

② O
ㄴ의 $Q_p = 1$로 $K_p = 100$보다 작다. 아직 생성물 양이 평형보다 부족하므로 정반응으로 진행한다.

③ X
ㄷ의 $Q_p = 100$으로 K_p와 같다. 더 이상 한쪽으로 치우쳐 진행하지 않고 이미 평형 상태이다.
틀린 표현은 "정반응으로 진행"이다. 올바르게는 "평형 상태이다"로 고쳐야 한다.

④ X
ㄹ의 $Q_p = 100$으로 K_p와 같다. 반응은 정반응으로 진행하지 않고 평형 상태를 유지한다.
틀린 표현은 "정반응으로 진행"이다. 올바르게는 "평형 상태를 유지한다"로 고쳐야 한다.

오답 포인트

K_p 자체만 보고 압력이 큰 쪽이 정답이라고 판단하면 틀리기 쉽다. 이 문제의 함정은 반응식에서 HI의 계수가 2이므로 $(P_{HI})^2$로 제곱해야 한다는 점과, $Q_p = K_p$인 경우를 정반응이 아니라 평형으로 구분해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 평형 문제는 먼저 반응식의 계수를 보고 Q_p 식을 정확히 세운 뒤, 각 보기의 분압을 대입하여 Q_p와 K_p의 대소를 비교하면 된다. $Q_p < K_p$이면 생성물 쪽으로, $Q_p > K_p$이면 반응물 쪽으로, 같으면 평형으로 판단한다.

암기 포인트

기체 평형은 Q_p와 K_p의 비교 문제이다. 작으면 정반응, 크면 역반응, 같으면 평형이다.

NoteBase

문 12. <보기>는 원자 반지름에 대한 설명이다. (가)와 (나)에 들어갈 말을 옳게 짝지은 것은?

<보기>

같은 주기에 속한 원자의 원자 반지름은 주기율표에서 오른쪽으로 갈수록 (가) 하고, 같은 족에 속한 원자의 원자 반지름은 주기율표에서 아래로 내려갈수록 (나) 하는 경향이 있다.

① (가): 증가, (나): 증가
② (가): 증가, (나): 감소
③ (가): 감소, (나): 증가
④ (가): 감소, (나): 감소

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 같은 주기와 같은 족에서 원자 반지름이 어떻게 변하는지를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

원자 반지름은 원자핵에서 가장 바깥 전자껍질까지의 상대적 크기이다.
같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록 유효핵전하가 커져 전자를 더 강하게 끌어당기므로 원자 반지름이 감소한다.
같은 족에서는 아래로 갈수록 전자껍질 수가 늘어나므로 원자 반지름이 증가한다.

선지별 해설

① X: (가)의 '증가'가 틀렸다. 같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름이 감소한다. (나)의 '증가'는 맞지만, 전체 선택지는 틀리다.
② X: (가)의 '증가'와 (나)의 '감소'가 모두 틀렸다. 같은 주기에서는 감소하고, 같은 족에서는 증가한다.
③ O: (가)는 감소, (나)는 증가이므로 원자 반지름의 주기율 경향을 정확히 나타낸다.
④ X: (가)의 '감소'는 맞지만 (나)의 '감소'가 틀렸다. 같은 족에서는 아래로 갈수록 전자껍질이 하나씩 더 생겨 원자 반지름이 증가한다.

NoteBase

오답 포인트

같은 주기와 같은 족의 방향을 뒤섞으면 쉽게 틀린다. 특히 '오른쪽으로 갈수록 감소'와 '아래로 갈수록 증가'를 서로 바꾸어 기억하면 ②나 ④로 오답을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

주기에서는 유효핵전하, 족에서는 전자껍질 수를 먼저 떠올리면 된다. 오른쪽은 핵의 끌어당김이 커져 작아지고, 아래는 껍질이 늘어나 커진다고 판단한다.

암기 포인트

원자 반지름은 가로로 갈수록 감소, 세로로 내려갈수록 증가이다.

NoteBase

문 13. <보기>의 이온이 지니는 양성자수와 중성자수와 전자수의 합은?

<보기>

$^{35}_{17}Cl^{-}$

① 36

② 51

③ 52

④ 53

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 핵종 표기에서 원자번호와 질량수를 읽어 양성자수, 중성자수, 전자수를 각각 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 염화 이온은 $^{35}_{17}Cl^{-}$이다.
구해야 할 값: 양성자수, 중성자수, 전자수의 합이다.
주의할 조건: 음이온이므로 전자수는 중성 원자보다 1개 많다.

사용할 공식

질량수는 $A = p + n$이고, 원자번호는 양성자수 p이다. 따라서 중성자수는 $n = A - p$로 구한다. 전자수는 중성 원자일 때 원자번호와 같고, -1가 붙은 음이온이면 전자 1개를 더 가진다.
이 공식을 쓰는 이유: 보기의 $^{35}_{17}Cl^{-}$ 표기에는 질량수 35, 원자번호 17, 전하 -1이 함께 들어 있어 세 입자 수를 바로 분해해 계산할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 양성자수는 원자번호와 같으므로 17이다.
2. 중성자수는 질량수에서 원자번호를 뺀 값이므로 $35 - 17 = 18$이다.
3. 전자수는 염소 원자의 17개에 음전하 1개만큼 전자를 더해 18이다.
4. 따라서 합은 $17 + 18 + 18 = 53$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 36은 질량수 35에 전자 1개만 더하는 식으로 잘못 본 값이다. 이 문항은 질량수에 전하를 더하는 문제가 아니다. 올바르게는 양성자 17, 중성자 18, 전자 18을 각각 구해 53으로 계산한다.
② X: 51은 중성자수와 전자수를 모두 17로 두는 착각에서 나오기 쉽다. 중성자수는 $35 - 17 = 18$이고, 염화 이온의 전자수도 18이므로 올바른 합은 53이다.
③ X: 52는 중성자수 18까지는 맞게 구했지만 음이온이라는 조건을 놓쳐 전자수를 17로 계산한 값이다. Cl^-는 전자를 1개 더 가져 전자수가 18이다.
④ O: 양성자수 17, 중성자수 18, 전자수 18의 합이 53이므로 옳다.

오답 포인트

질량수 35를 입자 수의 총합으로 착각하거나, Cl^-의 음전하를 보고 전자가 1개 적다고 거꾸로 해석하면 틀린다. 이온의 전하 부호는 전자수 증감을 뜻하고, 질량수는 양성자와 중성자의 합만 뜻한다.

다시 나오면 이렇게 판단

핵종 표기가 나오면 원자번호에서 양성자수를 먼저 읽고, 질량수에서 원자번호를 빼 중성자수를 구한 뒤, 전하 부호로 전자수 증감을 마지막에 반영하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

질량수는 양성자수와 중성자수의 합이고, 음이온은 전자가 그 전하수만큼 더 많다.

NoteBase

문 14. 에탄올의 화학식은 CH_3CH_2OH이다. 탄소(C), 수소(H), 산소(O)의 원자량이 각각 12, 1, 16이라고 할 때, 에탄올에서 산소(O)의 질량 백분율에 가장 가까운 값[%]은?

① 13

② 35

③ 52

④ 55

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 분자식에서 각 원소의 질량을 합산한 뒤 산소의 질량 백분율을 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 물질은 에탄올 CH3CH2OH이다.
에탄올 1분자에는 탄소 2개, 수소 6개, 산소 1개가 들어 있다.
원자량은 C=12, H=1, O=16이다.
구해야 할 값은 에탄올에서 산소의 질량 백분율이다.

사용할 공식

질량 백분율은 해당 원소의 질량을 전체 분자량으로 나눈 뒤 100을 곱해 구한다.
질량 백분율 = (해당 원소의 질량)/(전체 분자량) × 100
이 문제는 에탄올 1분자 안에서 산소가 차지하는 질량의 비율을 묻는 상황이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

에탄올의 분자량은 $2 \times 12 + 6 \times 1 + 16 = 46$이다.
산소의 질량은 16이다.
따라서 산소의 질량 백분율은 $\frac{16}{46} \times 100 \approx 34.8\%$이다.
가장 가까운 값은 35%이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 13%는 계산 결과와 다르다. $\frac{16}{46} \times 100$은 약 34.8%이므로 틀리다. 틀린 표현은 "산소의 질량 백분율이 13%"라는 부분이고, 올바르게는 "산소의 질량 백분율은 약 35%"이다. 13%는 수소의 질량비 $\frac{6}{46} \times 100$에 해당하는 값에 가깝다.
② O: $\frac{16}{46} \times 100 \approx 34.8\%$이므로 35%가 가장 가깝다. 산소 1개의 질량 16과 전체 분자량 46을 정확히 사용한 값이다.
③ X: 52%는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 "산소의 질량 백분율이 52%"라는 부분이고, 올바르게는 "산소의 질량 백분율은 약 35%"이다. 52%는 탄소의 질량비 $\frac{24}{46} \times 100$에 해당하는 값에 가깝다.
④ X: 55%는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 "산소의 질량 백분율이 55%"라는 부분이고, 올바르게는 "산소의 질량 백분율은 약 35%"이다. 전체 분자량 46을 잘못 잡으면 나올 수 있는 오답이므로 분모를 반드시 전체 원자량의 합으로 확인해야 한다.

오답 포인트

산소의 질량만 보는 것이 아니라 전체 분자량을 함께 계산해야 한다는 점이 함정이다. ①과 ③은 각각 수소 질량비, 탄소 질량비와 혼동하면 고르기 쉽고, ④는 전체 분자량을 잘못 더했을 때 나오는 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자식 문제는 먼저 원자 개수를 세고, 다음에 전체 분자량을 구한 뒤, 마지막으로 묻는 원소의 질량을 전체 분자량으로 나누어 백분율을 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

질량 백분율은 해당 원소 질량 ÷ 전체 분자량 × 100이다.

NoteBase

문 15. 산성 조건에서 진행되는 <보기>의 산화-환원 반응의 균형을 맞추었을 때, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$의 합은?

<보기>

$\alpha Cl_2(g) + \beta S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow \gamma Cl^-(aq) + \delta SO_4^{2-}(aq)$

① 8

② 10

③ 15

④ 16

정답 3번

출제 포인트

산성 조건의 산화-환원 반응을 반쪽 반응법으로 맞춘 뒤 $\alpha + \beta + \gamma + \delta$를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 반응은 $\alpha Cl_2(g) + \beta S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow \gamma Cl^-(aq) + \delta SO_4^{2-}(aq)$이다.
- 산성 조건이므로 H_2O와 H^+를 사용해 O와 H를 맞춘다.
- 구해야 할 값은 $\alpha + \beta + \gamma + \delta$이다.

사용할 공식

$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

$S_2O_3^{2-} + 5H_2O \rightarrow 2SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e^-$

이 공식을 쓰는 이유는 염소의 환원 반응과 티오황산 이온의 산화 반응을 전자 수로 연결해야 전체 반응의 계수를 정할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. Cl_2의 환원 반응은 전자 2개를 받으므로 4배 하면 $4Cl_2 + 8e^- \rightarrow 8Cl^-$가 된다.
2. 이를 티오황산 이온의 산화 반응과 더하면 $4Cl_2 + S_2O_3^{2-} + 5H_2O \rightarrow 8Cl^- + 2SO_4^{2-} + 10H^+$가 된다.
3. 따라서 $\alpha = 4, \beta = 1, \gamma = 8, \delta = 2$이므로 $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 4 + 1 + 8 + 2 = 15$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- "8"은 틀린 값이다. 8은 균형식에서 γ 값만 읽은 값이고, 문제는 네 계수의 합을 묻는다. 올바르게는 $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 15$이다.

② X

- "10"은 틀린 값이다. 10은 $\gamma + \delta = 8 + 2$처럼 일부 계수만 더했을 때의 값일 뿐이다. 올바르게는 $4 + 1 + 8 + 2 = 15$이다.

③ O

- 균형식의 계수는 $\alpha = 4, \beta = 1, \gamma = 8, \delta = 2$이므로 합은 15가 된다.

④ X

- "16"은 틀린 값이다. $S_2O_3^{2-}$에 S가 2개 들어 있다고 해서 $\beta = 2$로 오판하면 나올 수 있는 값이다. 올바르게는 티오황산 이온의 계수는 1이고, 합은 15이다.

오답 포인트

티오황산 이온에 S 원자가 2개 있다는 이유만으로 β를 2로 두는 실수가 잦다. 또한 계수의 합을 묻는데 γ만 보거나 $\gamma + \delta$만 더하는 식의 부분 합 계산도 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

산성 산화-환원식은 반쪽 반응으로 전자 수를 먼저 맞춘 뒤 전체 반응을 합치고, 마지막에 문제에서 요구한 계수만 골라 더하면 된다.

암기 포인트

산성 조건에서 $S_2O_3^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-}$는 전자 8개를 내놓는 산화 반응이다.

NoteBase

문 16. 어떤 화학자가 25°C의 순수한 물에 HCl을 첨가하여 용액의 pH가 4.0이 되도록 하였다. 이 용액에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① pOH = 10.0

② 염기성 용액이다.

③ $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-10} M$

④ $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-4} M$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 25°C에서의 $pH + pOH = 14$, $[H_3O^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$ 관계를 이용해 산성 용액의 성질을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 25°C, pH 4.0
구해야 할 값: 각 선지의 옳고 그름
주의할 조건: 25°C에서는 $pH + pOH = 14$이고, pH가 7보다 작으면 산성 용액이다.

사용할 공식

$pH = -\log[H_3O^+]$, $pOH = -\log[OH^-]$, $pH + pOH = 14$
$[H_3O^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 pH가 직접 주어졌으므로 pOH, $[H_3O^+]$, $[OH^-]$, 산성·염기성 여부를 연쇄적으로 바로 판단할 수 있다.

계산 과정

1. pH가 4.0이므로 $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-4} M$이다.
2. 25°C에서 $pH + pOH = 14$이므로 $pOH = 14 - 4.0 = 10.0$이다.
3. 따라서 $[OH^-] = 10^{-10} M$이다.
4. pH 4.0은 7보다 작으므로 이 용액은 산성 용액이다.

선지 판단

1번: O. $pOH = 14 - 4.0 = 10.0$이므로 옳다.
2번: X. pH 4.0은 산성 용액이므로 옳지 않다. 틀린 표현은 '염기성 용액'이고, 올바르게는 '산성 용액이다'이다.
3번: O. $pOH = 10.0$이므로 $[OH^-] = 10^{-10} = 1.0 \times 10^{-10} M$이다.
4번: O. pH 4.0이면 $[H_3O^+] = 10^{-4} = 1.0 \times 10^{-4} M$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

pH 값만 보고 산성·염기성을 반대로 읽으면 2번에 걸린다. 또 $pH + pOH = 14$ 관계를 놓치면 1번과 3번을 함께 흔들릴 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

수용액 산염기 문제는 먼저 pH가 7보다 큰지 작은지로 산성·염기성을 판단하고, 다음에 $pH + pOH = 14$와 $[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$를 연결해 농도를 확인한다.

암기 포인트

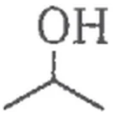
25°C에서는 $pH + pOH = 14$, pH<7이면 산성, pH>7이면 염기성이다.

NoteBase

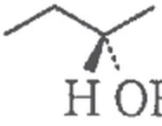
문 17. <보기> 중 짝지어진 이성질체의 종류가 다른 것은?

<보기>

ㄱ.  vs. 

ㄴ.  vs. 

ㄷ.  vs. 

ㄹ.  vs. 

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄹ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 구조 이성질체와 광학 이성질체를 구분하고, 구조 이성질체 안의 세부 유형이 달라도 큰 분류는 같다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

구조 이성질체는 분자식은 같지만 원자의 연결 순서나 결합 위치가 다른 이성질체이다.
광학 이성질체는 원자의 연결 순서는 같고 비대칭 탄소를 중심으로 한 공간 배열만 달라 서로 거울상 관계를 이루는 이성질체이다.
ㄱ은 환식-사슬식 구조 이성질체, ㄴ은 위치 이성질체, ㄷ은 작용기 이성질체이고, ㄹ만 광학 이성질체이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2022 · 10월

선지별 해설

① X
ㄱ은 사슬식 알켄과 고리형 알케인의 짝으로, 분자식은 같지만 결합 형태와 골격이 다른 환식-사슬식 구조 이성질체이다.
틀린 부분은 'ㄱ이 다른 종류'라는 판단이다.
실제로는 ㄱ도 ㄴ, ㄷ과 같은 구조 이성질체 계열이다.

② X
ㄴ은 1-프로판올과 2-프로판올의 짝으로, 탄소 골격은 같고 OH의 위치만 다르므로 위치 이성질체이다.
틀린 부분은 'ㄴ이 다른 종류'라는 판단이다.
실제로는 ㄴ도 구조 이성질체이다.

③ X
ㄷ은 메톡시에탄과 1-프로판올의 짝으로, 분자식은 같지만 작용기가 에터와 알코올로 달라 작용기 이성질체이다.
틀린 부분은 'ㄷ이 다른 종류'라는 판단이다.
실제로는 ㄷ도 구조 이성질체이다.

④ O
ㄹ은 같은 연결 순서를 가진 2-부탄올의 거울상 한 쌍으로, 비대칭 탄소 주위의 공간 배열만 반대인 광학 이성질체이다.
따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ의 구조 이성질체와 종류가 다른 짝은 ㄹ이다.

오답 포인트

환식-사슬식, 위치, 작용기처럼 세부 이름이 서로 다르다는 이유로 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 서로 다른 큰 종류로 착각하기 쉽다. 이 문항은 세부 분류명이 아니라 '구조 이성질체인가, 입체 이성질체인가'를 먼저 묻는 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 두 분자의 원자 연결 순서가 같은지부터 본다. 연결 순서가 다르면 구조 이성질체이고, 연결 순서가 같으면서 입체배치만 다르면 입체 이성질체이다. 그다음 구조 이성질체 안에서 위치, 작용기, 환식-사슬식으로 세분한다.

암기 포인트

결합 순서가 다르면 구조 이성질체, 결합 순서가 같고 거울상만 다르면 광학 이성질체이다.

NoteBase

문 18. <보기> 중 엔트로피가 증가하는 것을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$

ㄴ. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

ㄷ. $NaCl(s) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

상변화, 기체 몰수 변화, 용해에 따른 입자 분산을 통해 엔트로피 변화 방향을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

엔트로피는 물질계의 무질서도와 에너지 분산 정도를 나타내는 크기이다.
기체는 액체나 고체보다 입자 운동의 자유도가 커서 보통 엔트로피가 더 크다.
같은 상태라면 입자 수가 늘거나 더 넓게 분산될수록 엔트로피가 증가하고, 기체 몰수가 줄어들면 엔트로피가 감소하는 경향이 크다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ만 고른 선택지이다. ㄱ은 맞지만 ㄷ도 엔트로피가 증가하므로 불완전하다.
틀린 표현은 '증가하는 것이 ㄱ뿐이다'라는 판단이다.
올바르게는 '증가하는 것은 ㄱ, ㄷ이다'이다.

② X
ㄴ만 고른 선택지이다. ㄴ은 반응 전 기체 몰수가 4몰이고 반응 후 2몰이므로 엔트로피가 감소한다.
틀린 표현은 'ㄴ에서 엔트로피가 증가한다'이다.
올바르게는 'ㄴ에서는 기체 분자 수가 줄어 엔트로피가 감소한다'이다.

③ O
ㄱ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄱ은 액체 물이 기체 수증기로 변하여 입자 운동 자유도와 분산이 커지므로 엔트로피가 증가한다. ㄷ은 고체 결정이 수용액에서 이온으로 흩어져 입자 분산이 커지므로 엔트로피가 증가한다.

④ X
ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄴ은 틀리므로 전체적으로 오답이다.
틀린 표현은 'ㄴ이 엔트로피 증가에 해당한다'이다.
올바르게는 'ㄴ은 기체 몰수 감소 때문에 엔트로피 감소에 해당하고, ㄷ만 증가 쪽이다'이다.

오답 포인트

ㄴ에서 생성물인 NH3가 더 복잡한 분자라는 이유만으로 엔트로피가 증가한다고 착각하기 쉽다. 이 문항에서는 분자의 종류보다 기체 몰수가 4몰에서 2몰로 줄어든다는 점이 더 직접적인 판단 기준이다. ㄷ도 고체가 녹는 과정이라 단순히 상태가 고체에서 수용액으로 바뀐다는 점을 놓치면 빠뜨리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 상태를 본다. 고체→액체→기체 방향이면 대체로 엔트로피가 증가한다. 반응식이 주어지면 기체의 총 몰수를 전후로 비교한다. 용해 문제는 결정이 이온이나 분자로 분산되는지까지 함께 확인하면 된다.

암기 포인트

기체화는 엔트로피 증가, 기체 몰수 감소는 엔트로피 감소, 용해로 입자 분산이 커지면 엔트로피 증가이다.

NoteBase

문 19. <보기> 반응의 K_{sp}가 4.0×10^{-12}일 때, Ag_2CO_3의 몰용해도에 가장 가까운 값[mol/L]은?

<보기>

$Ag_2CO_3(s) \rightleftharpoons 2Ag^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$

① 1.0×10^{-4}

② 1.6×10^{-5}

③ 1.6×10^{-6}

④ 1.0×10^{-7}

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Ag_2CO_3의 용해 평형에서 $K_{sp} = 4s^3$ 관계를 세워 몰 용해도 s를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $K_{sp} = 4.0 \times 10^{-12}$

구해야 할 값: Ag_2CO_3의 몰 용해도 $s[mol/L]$

주의할 조건: $Ag_2CO_3 \rightarrow 2Ag^+ + CO_3^{2-}$이므로 평형에서 $[Ag^+] = 2s$, $[CO_3^{2-}] = s$이다.

사용할 공식

$K_{sp} = [Ag^+]^2[CO_3^{2-}] = (2s)^2(s) = 4s^3$

이 공식을 쓰는 이유: 몰 용해도를 s로 두면 이 반응의 이온 농도가 계수비 2:1로 정해지므로 K_{sp}를 s 하나로 표현할 수 있다.

계산 과정

1. 몰 용해도를 s로 두면 $[Ag^+] = 2s$, $[CO_3^{2-}] = s$이다.
2. 따라서 $4.0 \times 10^{-12} = K_{sp} = (2s)^2(s) = 4s^3$ 이다.
3. 양변을 4로 나누면 $s^3 = 1.0 \times 10^{-12}$ 이다.
4. 세제곱근을 취하면 $s = 1.0 \times 10^{-4} mol/L$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과가 바로 $1.0 \times 10^{-4} mol/L$이므로 맞다.

② X
- 제시값 1.6×10^{-5}는 계산 결과보다 훨씬 작아 틀리다.
- 틀린 표현은 값 자체이다. 올바르게는 용해도는 $1.0 \times 10^{-4} mol/L$이다.
- 이런 오답은 $4s^3 = 4.0 \times 10^{-12}$에서 세제곱근 처리를 잘못하거나 지수 계산을 잘못할 때 나온다.

③ X
- 제시값 1.6×10^{-6}도 계산 결과보다 두 자릿수 이상 작아 틀리다.
- 틀린 표현은 값 자체이다. 올바르게는 용해도는 $1.0 \times 10^{-4} mol/L$이다.
- 이런 오답은 K_{sp}의 지수를 그대로 따라가거나 세제곱 관계를 무시할 때 나온다.

④ X
- 제시값 1.0×10^{-7}은 정답보다 1000배 작아 틀리다.
- 틀린 표현은 값 자체이다. 올바르게는 용해도는 $1.0 \times 10^{-4} mol/L$이다.
- 이런 오답은 K_{sp} 값과 용해도 값을 비슷한 크기로 착각할 때 나온다.

오답 포인트

Ag_2CO_3가 $2:1$로 해리된다는 점을 빼먹고 $[Ag^+] = s$로 두거나, $s^3 = 1.0 \times 10^{-12}$에서 세제곱근 대신 지수를 잘못 처리하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

난용성 염의 몰 용해도 문제는 먼저 해리식의 계수로 각 이온 농도를 s로 표현하고, 그다음 K_{sp} 식을 세운 뒤 마지막에 세제곱근이나 제곱근을 정확히 처리하면 된다.

암기 포인트

A_2B형 염의 용해도 s는 $K_{sp} = (2s)^2(s) = 4s^3$으로 연결된다.

NoteBase

문 20. 산화-환원 반응으로 가장 옳지 않은 것은?

① $C + S_2 \rightarrow CS_2$

② $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

③ $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

④ $HCl + NaHSO_3 \rightarrow NaCl + H_2SO_3$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 반응 전후의 산화수 변화가 실제로 일어나는지로 산화-환원 반응 여부를 판별하는 문제이다.

핵심 개념

산화-환원 반응은 반응 전후에 원소의 산화수가 변하여 전자 이동이 일어나는 반응이다.
산-염기 반응이나 단순 이온 교환 반응은 물질이 바뀌어도 산화수가 그대로이면 산화-환원 반응이 아니다.
판단 축은 각 원소의 산화수가 0, $+1$, -2처럼 어떻게 바뀌는지이다.

선지별 해설

① O
$C + S_2 \rightarrow CS_2$에서 C의 산화수는 $0 \rightarrow +4$, S의 산화수는 $0 \rightarrow -2$로 변한다.
탄소는 산화되고 황은 환원되므로 산화-환원 반응이 맞다.

② O
$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$에서 Na의 산화수는 $0 \rightarrow +1$, Cl의 산화수는 $0 \rightarrow -1$로 변한다.
나트륨이 전자를 잃고 염소가 전자를 얻으므로 대표적인 산화-환원 반응이다.

③ O
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$에서 C의 산화수는 $-4 \rightarrow +4$, O의 산화수는 $0 \rightarrow -2$로 변한다.
메테인의 연소 반응은 탄소가 산화되고 산소가 환원되는 산화-환원 반응이다.

④ X
$HCl + NaHSO_3 \rightarrow NaCl + H_2SO_3$에서 S의 산화수는 반응 전 $NaHSO_3$와 반응 후 H_2SO_3에서 모두 $+4$이다.
Cl도 -1로 그대로이고 다른 원소의 산화수도 본질적으로 변하지 않는다.
틀린 부분은 '산화-환원 반응'이라는 표현이다.
올바르게는 산화수 변화가 없는 산-염기 반응 또는 복분해적 성격의 반응이다.

NoteBase

오답 포인트

④는 물질식이 바뀌므로 반응 종류도 자동으로 산화-환원이라고 착각하기 쉽다. 이 문항의 함정은 생성물이 달라졌는지가 아니라 산화수가 실제로 변했는지를 끝까지 확인하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식이 나오면 먼저 각 반응물과 생성물에서 중심 원소의 산화수를 적어 본다. 한 원소라도 산화수가 증가하고 다른 원소가 감소하면 산화-환원 반응이고, 모든 원소의 산화수가 그대로이면 산화-환원 반응이 아니다.

암기 포인트

산화-환원 판별은 물질 이름이 아니라 산화수 변화로 결정된다.

NoteBase