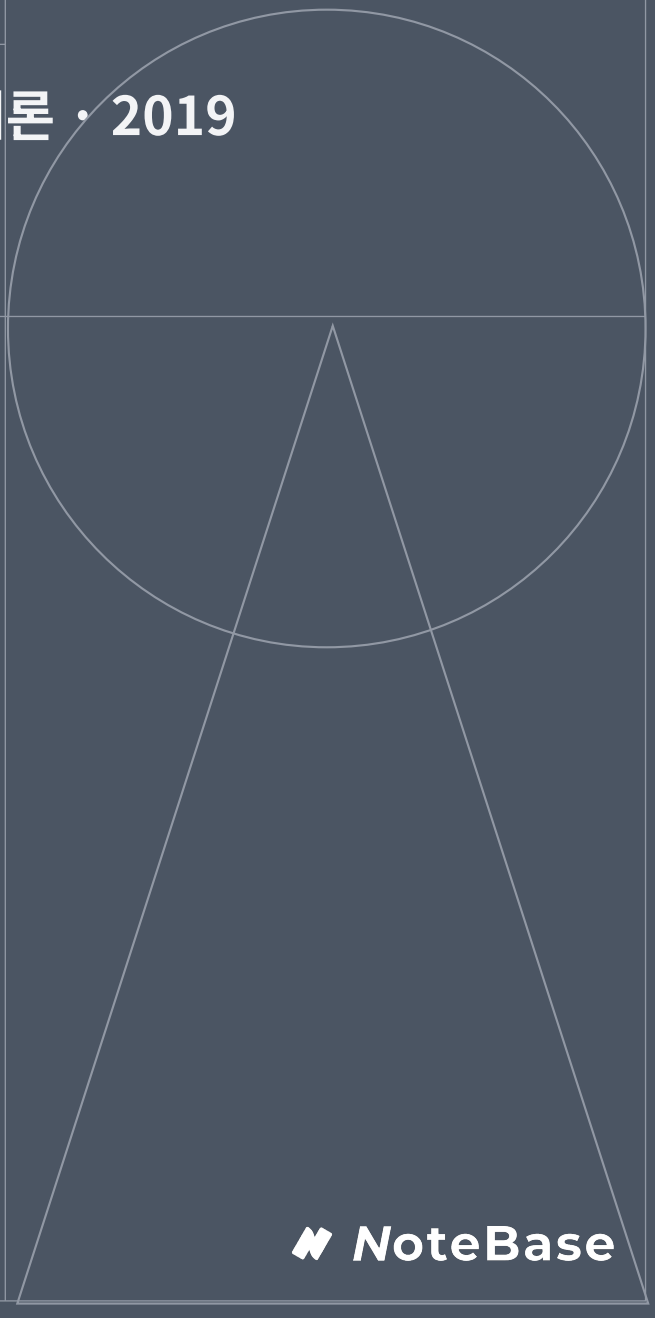
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 화학개론 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 화학개론 · 2019

공무원/지방직/7급 · 화학개론 · 2019

문 1. 다음 산화환원 반응식에서 산화제와 환원제를 바르게 연결한 것은?

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

① 산화제: H^+, 환원제: MnO_4^-

② 산화제: H^+, 환원제: Fe^{2+}

③ 산화제: MnO_4^-, 환원제: Fe^{2+}

④ 산화제: MnO_4^-, 환원제: H^+

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반응 전후 산화수가 변하는 물질을 찾아 산화제와 환원제를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

산화제는 상대 물질을 산화시키고 자신은 환원되는 물질이다. 환원제는 상대 물질을 환원시키고 자신은 산화되는 물질이다. 이 반응에서 MnO_4^-의 Mn은 +7에서 +2로 낮아져 환원되므로 산화제이고, Fe^{2+}의 Fe는 +2에서 +3으로 높아져 산화되므로 환원제이다. H^+는 산성 조건을 만드는 물질이며 여기서는 산화제나 환원제가 아니다.

선지별 해설

① X: H^+를 산화제로 본 표현이 틀리다. H^+는 산성 조건을 만들며, 산화제는 MnO_4^-이다. 또한 MnO_4^-는 전자를 받아 환원되므로 환원제가 아니라 산화제이다.

② X: 환원제로 Fe^{2+}를 고른 부분은 맞지만, H^+를 산화제로 고른 부분이 틀리다. 산화제는 MnO_4^-이다.

③ O: MnO_4^-는 Mn의 산화수가 +7에서 +2로 감소하여 환원되므로 산화제이다. Fe^{2+}는 Fe의 산화수가 +2에서 +3으로 증가하여 산화되므로 환원제이다.

④ X: MnO_4^-를 산화제로 고른 부분은 맞지만, H^+를 환원제로 본 표현이 틀리다. 환원제는 Fe^{2+}이다.

오답 포인트

반응물 쪽에 있다는 이유만으로 H^+를 산화제나 환원제로 판단하기 쉽다. H^+는 산화수 변화 없이 산성 반응 조건을 제공하므로 전자 이동의 주체가 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응 전후 중심 원소의 산화수를 비교한다. 산화수가 감소한 물질은 전자를 받아 환원되므로 산화제이고, 산화수가 증가한 물질은 전자를 내놓아 산화되므로 환원제이다.

암기 포인트

산화제는 자신이 환원되고, 환원제는 자신이 산화된다. MnO_4^-는 산화제, Fe^{2+}는 환원제이다.

NoteBase

문 2. 기체 A 0.8몰과 기체 B 1.2몰을 부피 1L의 반응기에 넣고 다음 반응을 진행시켰다. 기체 C가 0.4몰 생성되어 평형에 도달하였다면 이 반응의 평형 상수 값은? (단, A ~ D는 임의의 이상 기체이다)

$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$

① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 반응 진행량으로 평형 농도를 구한 뒤 농도평형상수 K_c를 계산하는 문제이다.

조건 정리

초기 몰수는 A 0.8 mol, B 1.2 mol, C와 D는 0 mol이다. 용기의 부피가 1 L이므로 평형에서 각 기체의 몰수와 농도의 수치가 같다. C가 0.4 mol 생성되었으므로 반응 진행량은 0.4 mol이다.

사용할 공식

반응식이 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$이므로 $K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$이다. 반응식의 계수가 모두 1이므로 A와 B는 각각 반응 진행량만큼 감소하고 C와 D는 각각 그만큼 증가한다.

계산 과정

1. C가 0.4 mol 생성되었으므로 A는 0.4 mol, B는 0.4 mol 감소하고 D는 0.4 mol 생성된다.
2. 평형 몰수는 A 0.4 mol, B 0.8 mol, C 0.4 mol, D 0.4 mol이다. 1 L 용기이므로 $[A] = 0.4$, $[B] = 0.8$, $[C] = 0.4$, $[D] = 0.4$이다.
3. $K_c = \frac{0.4 \times 0.4}{0.4 \times 0.8} = 0.5$이다.

선지 판단

① O: 계산한 K_c가 0.5이므로 옳다.
② X: K_c는 1.0이 아니다. 틀린 표현 '1.0' → 올바르게는 '0.5'이다.
③ X: K_c는 1.5가 아니다. 틀린 표현 '1.5' → 올바르게는 '0.5'이다.
④ X: K_c는 2.0이 아니다. 틀린 표현 '2.0' → 올바르게는 '0.5'이다.

NoteBase

오답 포인트

C의 생성량 0.4 mol을 C에만 더하고 A와 B의 감소, D의 생성을 함께 반영하지 않으면 평형 조성이 틀어진다. 또한 K_c에서 생성물 농도는 분자, 반응물 농도는 분모에 놓인다는 점을 바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 평형 문제는 반응 진행량을 먼저 정해 초기 몰수에서 증감표를 만든 다음, 평형 농도를 K_c 식의 생성물/반응물 위치에 대입해 판단한다.

암기 포인트

평형상수는 생성물 농도의 곱 ÷ 반응물 농도의 곱이다. 1 L 용기에서는 몰수값이 곧 농도값이다.

NoteBase

문 3. 다원자 이온의 화학식과 이름을 옳게 짝 지은 것은?

① ClO_2^-: 하이포염소산 이온

② NO_2^-: 질산 이온

③ HSO_3^-: 아황산수소 이온

④ MnO_4^-: 망가니즈산 이온

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 산소산 음이온의 화학식에서 산소 원자 수와 이름을 대응시키는 문제이다.

핵심 개념

염소 산소산 이온은 ClO^-가 하이포염소산 이온, ClO_2^-가 아염소산 이온이다. 질소 산소산 이온은 NO_2^-가 아질산 이온, NO_3^-가 질산 이온이다. 황의 HSO_3^-는 아황산수소 이온이다. 망가니즈의 MnO_4^-는 과망가니즈산 이온이고, 망가니즈산 이온은 MnO_4^{2-}이다.

선지별 해설

① X: ClO_2^-는 아염소산 이온이다. 틀린 표현은 '하이포염소산 이온'이며, 하이포염소산 이온은 ClO^-이다.
② X: NO_2^-는 아질산 이온이다. 틀린 표현은 '질산 이온'이며, 질산 이온은 NO_3^-이다.
③ O: HSO_3^-는 아황산 이온 SO_3^{2-}에 수소 이온 하나가 결합한 아황산수소 이온이다.
④ X: MnO_4^-는 과망가니즈산 이온이다. 틀린 표현은 '망가니즈산 이온'이며, 망가니즈산 이온은 MnO_4^{2-}이다.

오답 포인트

①은 하이포염소산 이온의 산소 수를 하나 늘려 쓴 선지이고, ②는 아질산 이온과 질산 이온의 산소 수를 바꾼 선지이다. ④는 과망가니즈산 이온과 망가니즈산 이온의 전하를 혼동하게 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

이온 이름만 외우지 않고 화학식의 산소 수와 전하를 함께 대조한다. NO_2^-·NO_3^-, MnO_4^-·MnO_4^{2-}처럼 원소는 같지만 산소 수나 전하가 다른 짝을 먼저 구분한다.

암기 포인트

NO_2^-는 아질산, NO_3^-는 질산이다. MnO_4^-는 과망가니즈산, MnO_4^{2-}는 망가니즈산이다.

NoteBase

문 4. 붕소 동위원소 $^{11}_{5}\mathrm{B}$에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 양성자 수는 5이다.

② 중성자 수는 5이다.

③ 전자 수는 5이다.

④ 원자번호는 5이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동위원소 표기에서 질량수와 원자번호를 이용해 양성자 수, 중성자 수, 전자 수를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

원자번호는 양성자 수와 같고, 중성 원자에서는 전자 수도 원자번호와 같다. 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다. 따라서 붕소-11은 원자번호 5, 질량수 11이므로 양성자 5개, 중성자 6개, 전자 5개이다.

선지별 해설

① O: 원자번호가 5이므로 양성자 수는 5개이다.
② X: 중성자 수는 질량수 11에서 양성자 수 5를 뺀 6개이다. 틀린 표현은 ‘5’이며, 올바르게는 ‘중성자 수는 6이다.’이다.
③ O: 전하 표시가 없는 중성 원자이므로 전자 수는 양성자 수와 같은 5개이다.
④ O: 원자번호는 양성자 수를 뜻하므로 5이다.

오답 포인트

②는 원자번호 5를 중성자 수로 잘못 연결한 선지이다. 원자번호는 양성자 수를 나타내며, 중성자 수는 질량수에서 원자번호를 빼서 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동위원소 표기에서 아래 첨자는 원자번호, 위 첨자는 질량수로 읽는다. 양성자 수는 원자번호, 중성자 수는 질량수−원자번호, 중성 원자의 전자 수는 원자번호로 판단한다.

암기 포인트

질량수 = 양성자 수 + 중성자 수, 원자번호 = 양성자 수 = 중성 원자의 전자 수이다.

NoteBase

문 5. 어떤 액체 유기물의 증기압은 250K에서 300mmHg이고 500K에서 900mmHg이다. 이 유기물의 증발열[$\mathrm{J mol^{-1}}$]은? (단, 증발열은 온도에 무관하며, 기체상수 $R = 8\,\mathrm{J K^{-1} mol^{-1}}$이고 $\ln 3 = 1.1$이다)

① 1,100

② 2,200

③ 4,400

④ 6,600

정답 3번

출제 포인트

두 온도에서의 증기압으로부터 클라우지우스-클라페이론 식을 적용하여 증발열을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $T_1 = 250K$, $P_1 = 300mmHg$, $T_2 = 500K$, $P_2 = 900mmHg$, $R = 8JK^{-1}mol^{-1}$이다.
증발열은 온도에 무관하므로 하나의 ΔH_{vap} 값을 두 상태에 공통으로 적용한다.
구할 값은 ΔH_{vap}이다.
압력비는 $P_2/P_1 = 900/300 = 3$이므로 $\ln(P_2/P_1) = \ln 3 = 1.1$이다.

사용할 공식

$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_{vap}}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$
증기압의 온도 의존성과 증발열의 관계를 나타내는 클라우지우스-클라페이론 식이다. 문제에서 두 온도의 증기압과 증발열의 온도 무관 조건을 주었으므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

1. 압력비의 로그는 $\ln(P_2/P_1) = \ln 3 = 1.1$이다.
2. 역온도 차는 $\frac{1}{250} - \frac{1}{500} = \frac{1}{500}K^{-1}$이다.
3. 따라서 $\Delta H_{vap} = \frac{8 \times 1.1}{1/500} = 4,400Jmol^{-1}$이다.

선지 판단

① X: $1,100Jmol^{-1}$은 계산 결과의 4분의 1이다. 틀린 표현인 '1,100'은 '4,400'으로 고쳐야 한다.
② X: $2,200Jmol^{-1}$은 계산 결과의 절반이다. 틀린 표현인 '2,200'은 '4,400'으로 고쳐야 한다.
③ O: 계산 결과가 $4,400Jmol^{-1}$이므로 옳다.
④ X: $6,600Jmol^{-1}$은 계산 결과보다 2,200만큼 크다. 틀린 표현인 '6,600'은 '4,400'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

압력의 차 $900 - 300$을 쓰는 것이 아니라 압력비 $900/300 = 3$의 로그를 사용한다. 또한 $1/250 - 1/500$은 $1/500$이므로, 역온도 차를 잘못 계산하면 ①·②·④와 같은 값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

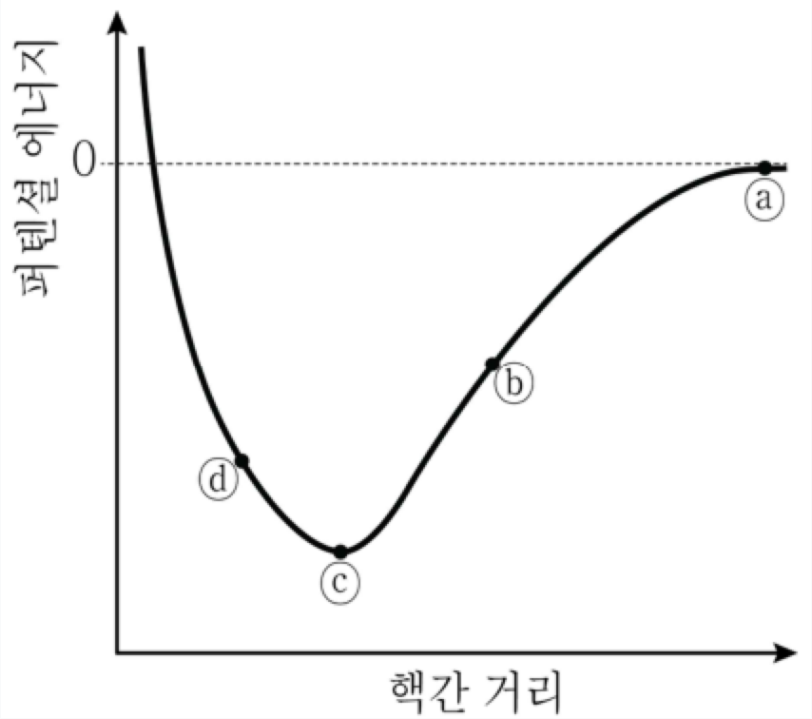
두 온도와 두 증기압이 주어지면 먼저 P_2/P_1을 구하고, $\ln(P_2/P_1) = (\Delta H_{vap}/R)(1/T_1 - 1/T_2)$에 대입한 뒤 역온도 차의 단위를 K^{-1}로 검산한다.

암기 포인트

증기압 비교는 '압력비의 로그', 온도 비교는 '역온도의 차'로 처리한다.

NoteBase

문 6. 다음은 수소 분자H_2의 퍼텐셜 에너지와 핵간 거리의 관계를 나타낸 그래프이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 지점 ⓐ에서 지점 ⓑ로 갈수록 원자간 핵-전자 인력이 커진다.

② 지점 ⓑ보다 지점 ⓒ의 핵간 전자밀도가 더 낮다.

③ 지점 ⓒ와 지점 ⓐ의 퍼텐셜 에너지 차이는 수소 분자의 결합 에너지와 같다.

④ 지점 ⓒ에서 지점 ⓓ로 갈수록 핵간 반발력이 커진다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 수소 분자의 퍼텐셜 에너지 곡선에서 핵간 거리에 따른 인력·반발력, 결합 에너지, 핵간 전자밀도의 변화를 판단하는 문제이다. c는 퍼텐셜 에너지가 가장 낮은 안정한 결합 거리이고, a는 핵간 거리가 매우 멀어 퍼텐셜 에너지가 0에 가까운 상태이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: a에서 b로 갈수록 핵간 거리가 감소한다. 서로의 핵과 전자 사이의 인력이 더 크게 작용하므로 원자간 핵-전자 인력이 커진다.

② X: c는 b보다 핵간 거리가 짧고 안정한 결합이 형성된 지점이므로 핵 사이에 전자가 더 많이 분포한다. 틀린 표현인 '핵간 전자밀도가 더 낮다'는 '핵간 전자밀도가 더 높다'로 고쳐야 한다.

③ O: a의 퍼텐셜 에너지는 0에 가깝고 c는 최소값이다. c에서 a까지의 퍼텐셜 에너지 차이는 결합을 끊어 원자들을 멀리 떼어 놓는 데 필요한 에너지인 결합 에너지와 같다.

④ O: c에서 d로 갈수록 핵간 거리가 더 짧아진다. 양전하를 띤 두 원자핵 사이의 반발력이 급격히 커지므로 퍼텐셜 에너지가 증가한다.

오답 포인트

②는 '핵간 거리가 짧아지면 전자밀도가 낮아진다'고 혼동하게 만든 선지이다. 공유 결합이 안정하게 형성되는 c에서는 결합 전자쌍이 두 핵 사이에 존재하여 핵간 전자밀도가 b보다 높다.

다시 나오면 이렇게 판단

곡선의 최저점은 안정한 결합 거리이며, 이 지점에서는 인력과 반발력의 합력이 0이다. 최저점보다 오른쪽은 원자들이 멀어지는 구간이고, 왼쪽은 너무 가까워져 핵간 반발력이 커지는 구간으로 판단한다.

암기 포인트

최저점 c: 가장 안정, 핵간 전자밀도 큼, 0선까지의 깊이 = 결합 에너지이다.

NoteBase

문 7. 주양자수 $n = 4$인 에너지 준위에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 이 에너지 준위에 존재하는 오비탈의 총수는 16개이다.

② 이 에너지 준위에 존재하는 부껍질의 수는 4개이다.

③ 부껍질의 각운동량 양자수 l은 각각 0, 1, 2, 3이다.

④ 4f 오비탈의 자기 양자수 m_l은 -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 주양자수 n, 부양자수 l, 자기 양자수 m_l의 허용 범위와 오비탈 수를 묻는 문제이다.

핵심 개념

주양자수 n은 전자껍질의 에너지 준위를 나타내며, 한 에너지 준위의 오비탈 수는 n^2개이다.
부양자수 l은 부껍질의 종류를 나타내며 0부터 $n-1$까지의 정수이다. $n = 4$이면 $l = 0, 1, 2, 3$으로 각각 4s, 4p, 4d, 4f 부껍질이다.
자기 양자수 m_l은 한 부껍질 안의 오비탈 방향을 나타내며 $-l$부터 $+l$까지의 정수이다.

선지별 해설

① O. $n = 4$ 에너지 준위의 전체 오비탈 수는 $n^2 = 4^2 = 16$개이다.
② O. $n = 4$일 때 가능한 l값이 0, 1, 2, 3이므로 부껍질은 4개이다.
③ O. 부양자수 l의 범위는 $0 \le l \le n-1$이다. 따라서 $n = 4$에서는 0, 1, 2, 3이다.
④ X. 4f 부껍질에서는 $l = 3$이다. 따라서 자기 양자수 m_l은 $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$이다. 틀린 표현은 m_l이 -4부터 4까지라는 부분이며, 올바르게는 -3부터 3까지이다.

오답 포인트

④는 주양자수 $n = 4$를 자기 양자수의 범위에 그대로 적용하게 하는 함정이다. m_l의 범위는 n이 아니라 해당 부껍질의 l값으로 정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 n으로 $l = 0$부터 $n-1$까지를 정한 뒤, 각 l에 대해 $m_l = -l$부터 $+l$까지를 적용한다. 전체 오비탈 수는 n^2로 바로 확인한다.

암기 포인트

n은 껍질, l은 부껍질, m_l은 오비탈 방향이다. m_l의 끝값은 항상 l이다.

NoteBase

문 8. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 가장 많은 분자는? (단, F, S, Cl, Xe는 각각 17족, 16족, 17족, 18족 원소이다)

① XeF_2

② XeF_4

③ ClF_3

④ SF_2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 중심 원자의 원자가 전자 수에서 결합에 사용한 전자쌍 수를 빼어 비공유 전자쌍 수를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

중심 원자는 주변 원자와 단일 결합 하나를 만들 때 전자쌍 하나를 공유한다. 중심 원자의 원자가 전자 중 결합에 쓰이지 않고 남은 전자들은 두 개씩 짝을 이루어 비공유 전자쌍이 된다.
Xe는 원자가 전자가 8개이고, Cl은 7개이며, S는 6개이다.

선지별 해설

① O: Xe는 원자가 전자가 8개이고 F 두 원자와 단일 결합 두 개를 만든다. 결합에 Xe의 전자 2개가 쓰이므로 6개가 남아 중심 Xe에 비공유 전자쌍 3쌍이 있다.
② X: XeF_4에서 중심 Xe는 단일 결합 네 개를 만들어 전자 4개를 결합에 사용한다. 남은 전자는 4개이므로 비공유 전자쌍은 2쌍이다. 틀린 판단은 'XeF_4의 중심 원자가 가장 많은 비공유 전자쌍을 가진다'는 부분이며, 올바르게는 중심 Xe의 비공유 전자쌍은 2쌍이다.
③ X: Cl은 원자가 전자가 7개이고 F 세 원자와 단일 결합 세 개를 만든다. 남은 전자는 4개이므로 중심 Cl의 비공유 전자쌍은 2쌍이다. 틀린 판단은 'ClF_3의 중심 원자가 가장 많은 비공유 전자쌍을 가진다'는 부분이며, 올바르게는 중심 Cl의 비공유 전자쌍은 2쌍이다.
④ X: S는 원자가 전자가 6개이고 F 두 원자와 단일 결합 두 개를 만든다. 남은 전자는 4개이므로 중심 S의 비공유 전자쌍은 2쌍이다. 틀린 판단은 'SF_2의 중심 원자가 가장 많은 비공유 전자쌍을 가진다'는 부분이며, 올바르게는 중심 S의 비공유 전자쌍은 2쌍이다.

오답 포인트

XeF_4는 결합한 F의 수가 많지만, 중심 Xe가 결합에 전자를 더 많이 사용하므로 비공유 전자쌍은 XeF_2보다 적다. 주변 원자 수만 세면 ②를 고르기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

중심 원자의 원자가 전자 수를 확인한 뒤, 단일 결합 수만큼 전자를 빼고 남은 전자 수를 2로 나누어 비공유 전자쌍 수를 구한다.

암기 포인트

중심 원자 비공유 전자쌍 수는 '원자가 전자 − 결합 수'를 2로 나눈 값이다. XeF_2는 3쌍, 나머지는 모두 2쌍이다.

NoteBase

문 9. 다음과 같은 두 반쪽 반응으로 구성된 갈바니 전지의 전체 반응에서 ΔG°의 절댓값[kJ]은? (단, 패러데이(Faraday) 상수 $F = 96{,}500\,\mathrm{C\,mol^{-1}}$이다)

◯ Zn^{2+} | Zn 반쪽 반응:
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s),\ E^\circ = -0.76\mathrm{V}$
◯ Cu^{2+} | Cu 반쪽 반응:
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s),\ E^\circ = +0.34\mathrm{V}$
◯ 전체 반응:
$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

① 40.53
② 81.06
③ 106.15
④ 212.30

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 표준 전지 전위로부터 깁스 자유에너지 변화의 절댓값을 구하는 문제이다.

조건 정리

음극에서는 Zn이 산화되고, 양극에서는 Cu^{2+}가 환원된다. 표준 환원 전위는 $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$, $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$이다. 전체 반응에서 이동하는 전자 수는 $n = 2$이고, $F = 96{,}500\,C\,mol^{-1}$이다.

사용할 공식

표준 전지 전위는 $E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$이고, 깁스 자유에너지 변화는 $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$이다. 전지 전위는 양극의 환원 전위에서 음극의 환원 전위를 빼서 구하며, 전체 반응식에서 전자 2몰이 이동하므로 $n = 2$를 사용한다.

계산 과정

1. $E^\circ_{cell} = +0.34 - (-0.76) = +1.10V$이다.
2. $\Delta G^\circ = -(2)(96{,}500\,C\,mol^{-1})(1.10V) = -212{,}300\,J\,mol^{-1}$이다.
3. $1kJ = 1{,}000J$이므로 $\Delta G^\circ = -212.30\,kJ\,mol^{-1}$이다. 따라서 절댓값은 $212.30\,kJ\,mol^{-1}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X. 제시값 40.53은 계산한 절댓값 $212.30 kJmol^{-1}$과 다르다. 틀린 표현 '40.53' → 올바르게는 '212.30'이다.
② X. 제시값 81.06은 계산한 절댓값 $212.30 kJmol^{-1}$과 다르다. 틀린 표현 '81.06' → 올바르게는 '212.30'이다.
③ X. 제시값 106.15는 계산한 절댓값의 절반으로, $n = 2$를 빠뜨렸을 때 나오는 값이다. 틀린 표현 '106.15' → 올바르게는 '212.30'이다.
④ O. $|\Delta G^\circ| = 212.30 kJmol^{-1}$이므로 옳다.

오답 포인트

Zn의 전극 반응을 산화 반응으로 뒤집어도 전지 전위를 구할 때는 주어진 표준 환원 전위를 사용하여 $E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$로 계산한다. 또한 ③처럼 전자 수 $n = 2$를 누락하면 값이 절반이 된다. 문제는 절댓값을 물으므로 최종 음수 부호는 제거한다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 전지 문제는 양극과 음극을 먼저 정한 뒤 E°_{cell}을 구하고, 전체 반응의 전자 수 n을 반영하여 $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$에 대입한다. 마지막에 J를 kJ로 바꾸고 절댓값 여부를 확인한다.

암기 포인트

자발 전지에서는 $E^\circ_{cell} > 0$, $\Delta G^\circ < 0$이며, 크기는 $|\Delta G^\circ| = nFE^\circ_{cell}$이다.

NoteBase

문 10. 몰 조성비가 $Fe : Cl : NH_3 = 1 : 3 : 4$인 6배위 착화합물에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, Fe의 원자번호는 26이다)

① 중심 금속의 산화수는 +2이다.

② 거울상 이성질체를 갖는다.

③ 상자기성이다.

④ 1몰이 물에 녹아 완전히 해리되면 이온 3몰이 생긴다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 조성비와 6배위 조건으로 착화합물의 구조를 정한 뒤, 중심 금속의 산화수·이성질체·자성을 판별하는 문제이다.

핵심 개념

Fe:Cl:NH_3 = 1:3:4이고 배위수가 6이므로 4개의 NH_3와 2개의 Cl^-가 Fe에 배위한다. 따라서 착화합물은 $[Fe(NH_3)_4Cl_2]Cl$이고 착이온은 $[Fe(NH_3)_4Cl_2]^+$이다. NH_3는 중성 리간드이고 배위된 Cl^- 2개의 전하가 -2이므로 Fe의 산화수는 +3이다. Fe^{3+}는 $3d^5$이며, Cl^-를 포함한 이 착이온에서는 홀전자가 남아 상자성을 나타낸다.

선지별 해설

① X. '산화수는 +2'가 틀린 표현이다. $[Fe(NH_3)_4Cl_2]^+$에서 Fe의 산화수는 x-2=+1을 만족하므로 +3이다.

② X. '거울상 이성질체를 갖는다'가 틀린 표현이다. $[Fe(NH_3)_4Cl_2]^+$는 cis형과 trans형의 기하 이성질체는 가능하지만, 이들 구조는 거울상 이성질체를 이루지 않는다.

③ O. Fe^{3+}는 $3d^5$이고 홀전자가 존재하므로 상자성이다.

④ X. '이온 3몰이 생긴다'가 틀린 표현이다. $[Fe(NH_3)_4Cl_2]Cl$ 1몰은 완전 해리하여 $[Fe(NH_3)_4Cl_2]^+$ 1몰과 Cl^- 1몰, 즉 이온 2몰을 만든다.

오답 포인트

조성식에 있는 Cl 3개가 모두 배위된다고 생각하면 안 된다. 6배위 조건 때문에 Cl 2개만 배위권 안에 들어가고, 나머지 Cl^- 1개는 착이온 밖의 반대 이온이 된다. 또한 cis·trans 기하 이성질체와 거울상 이성질체는 구별한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 리간드 수의 합이 배위수와 같도록 대괄호 안의 조성을 정한다. 다음으로 착이온의 전하에서 중심 금속의 산화수를 계산하고, 대괄호 밖 이온까지 세어 완전 해리 시 생성 이온 수를 판단한다.

암기 포인트

$[Fe(NH_3)_4Cl_2]Cl$: Fe^{3+}, $3d^5$, 상자성, 완전 해리 시 이온 2몰이다.

NoteBase

문 11. 온도가 일정하고 압력이 1.0atm인 밀폐된 용기에 네온(Ne) 0.01 몰과 헬륨(He) 0.04 몰이 들어 있다. 네온의 부분 압력 [atm]은? (단, 네온과 헬륨은 서로 반응하지 않으며, 모두 이상 기체이다)

① 0.20

② 0.40

③ 0.80

④ 1.00

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상 기체 혼합물에서 몰분율과 전체 압력을 이용하여 네온의 부분 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 몰수는 네온 0.01 mol, 헬륨 0.04 mol이다. 전체 압력은 1.0 atm이며, 구할 값은 네온의 부분 압력이다. 이상 기체 혼합물에서는 부분 압력이 몰분율에 비례한다.

사용할 공식

네온의 부분 압력은 $P_{\mathrm{Ne}} = x_{\mathrm{Ne}} P_{\mathrm{total}}$이다. 여기서 네온의 몰분율은 $x_{\mathrm{Ne}} = \frac{n_{\mathrm{Ne}}}{n_{\mathrm{total}}}$이다. 같은 온도와 같은 용기에서는 각 기체의 부분 압력이 그 기체의 몰분율만큼 전체 압력을 차지하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전체 몰수는 $n_{\mathrm{total}} = 0.01 + 0.04 = 0.05\,\mathrm{mol}$이다.
2. 네온의 몰분율은 $x_{\mathrm{Ne}} = \frac{0.01}{0.05} = 0.20$이다.
3. 따라서 네온의 부분 압력은 $P_{\mathrm{Ne}} = 0.20 \times 1.0\,\mathrm{atm} = 0.20\,\mathrm{atm}$이다.

선지 판단

① O: 계산 결과 네온의 부분 압력은 0.20 atm이다.
② X: 0.40 atm이면 네온의 몰분율이 0.40이어야 한다. 틀린 표현 '0.40 atm' → 올바르게는 '0.20 atm'이다.
③ X: 0.80 atm이면 네온이 전체 기체의 80%를 차지해야 하지만, 네온은 20%이다. 틀린 표현 '0.80 atm' → 올바르게는 '0.20 atm'이다.
④ X: 1.00 atm은 전체 압력이며 네온만의 부분 압력이 아니다. 틀린 표현 '1.00 atm' → 올바르게는 '0.20 atm'이다.

NoteBase

오답 포인트

④처럼 전체 압력 1.0 atm을 그대로 네온의 압력으로 보는 실수가 흔하다. 부분 압력은 전체 압력에 해당 기체의 몰분율을 곱한 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

혼합 기체의 부분 압력 문제는 전체 몰수를 먼저 더하고, 구하려는 기체의 몰분율을 구한 뒤 전체 압력을 곱하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

부분 압력 = 몰분율 × 전체 압력이다.

NoteBase

문 12. 중크롬산포타슘($K_2Cr_2O_7$)과 크롬산포타슘(K_2CrO_4)에 포함된 크로뮴(Cr)의 산화수를 바르게 연결한 것은?

① $K_2Cr_2O_7$: +6, K_2CrO_4: +5

② $K_2Cr_2O_7$: +6, K_2CrO_4: +6

③ $K_2Cr_2O_7$: +8, K_2CrO_4: +5

④ $K_2Cr_2O_7$: +8, K_2CrO_4: +6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이온 화합물에서 각 원소의 산화수 합이 전체 전하와 같다는 원리로 중크롬산 이온과 크롬산 이온의 Cr 산화수를 구하는 문제이다.

핵심 개념

K는 항상 +1, O는 보통 -2의 산화수를 가진다. $K_2Cr_2O_7$과 K_2CrO_4는 모두 전기적으로 중성이므로 각 원소 산화수의 총합은 0이다. $K_2Cr_2O_7$에서는 K의 합이 +2, O의 합이 -14이므로 Cr 2개의 합은 +12이고 Cr 1개는 +6이다. K_2CrO_4에서는 K의 합이 +2, O의 합이 -8이므로 Cr은 +6이다.

선지별 해설

① X: $K_2Cr_2O_7$의 Cr은 +6으로 맞지만, K_2CrO_4의 Cr을 +5로 쓴 부분이 틀렸다. 올바르게는 K_2CrO_4의 Cr도 +6이다.

② O: $K_2Cr_2O_7$과 K_2CrO_4에서 Cr의 산화수는 모두 +6이다.

③ X: $K_2Cr_2O_7$의 Cr을 +8로 쓴 부분이 틀렸다. 올바르게는 $K_2Cr_2O_7$의 Cr은 +6이고, K_2CrO_4의 Cr도 +6이다.

④ X: 두 화합물에서 Cr의 산화수는 서로 다르지 않다. $K_2Cr_2O_7$의 Cr을 +8로 쓴 부분이 틀렸으며, 올바르게는 두 경우 모두 +6이다.

오답 포인트

$K_2Cr_2O_7$에는 Cr 원자가 2개이므로 +12를 각 Cr 하나의 산화수로 착각하기 쉽다. +12는 Cr 2개의 산화수 합이고, Cr 하나당 산화수는 +6이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 K의 +1과 O의 -2를 반영한 뒤, 화합물 전체의 산화수 합을 0으로 둔다. 같은 원소가 여러 개이면 구한 산화수 합을 원자 수로 나누어 원자 하나의 산화수를 판단한다.

암기 포인트

중크롬산염과 크롬산염의 Cr은 모두 +6이다. Cr 2개면 산화수 합 +12, Cr 하나면 +6이다.

NoteBase

문 13. 중합체에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 천연고무에 황을 첨가한 혼합물을 가열하면 강도가 증진된 가황 고무를 얻을 수 있다.
ㄴ. 저밀도 폴리에틸렌은 곁사슬을 많이 가지고 있어 밀집 패킹을 하지 못한다.
ㄷ. 아크릴로나이트릴-뷰타다이엔-스타이렌(ABS)은 아크릴로나이트릴, 뷰타다이엔, 스타이렌 각각의 단위체를 혼성 중합하여 만든다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 가황, 저밀도 폴리에틸렌의 분자 구조, ABS의 공중합 여부를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

가황은 천연고무에 황을 넣고 가열하여 고분자 사슬 사이에 가교를 형성하는 처리이며, 고무의 강도를 높인다.
저밀도 폴리에틸렌은 곁사슬이 많아 사슬들이 촘촘히 배열되기 어려우므로 밀도가 낮다.
ABS는 아크릴로나이트릴, 뷰타다이엔, 스타이렌을 함께 중합한 공중합체이다.

선지별 해설

① X: ㄱ, ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ'만 고른다는 부분이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
② X: ㄱ, ㄷ은 옳지만 ㄴ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄷ'만 고른다는 부분이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
③ X: ㄴ, ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ'만 고른다는 부분이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
④ O: ㄱ은 황에 의한 가황으로 강도가 높아진다는 설명이고, ㄴ은 곁사슬 때문에 밀집 패킹이 어려운 저밀도 폴리에틸렌의 특징이며, ㄷ은 세 단위체로 이루어진 ABS의 설명이다. 따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

오답 포인트

ㄴ의 '곁사슬이 많다'는 표현을 고분자 사슬이 더 촘촘해진다는 뜻으로 오해하기 쉽다. 곁사슬은 주사슬의 규칙적인 배열을 방해하므로 저밀도 폴리에틸렌은 밀집 패킹을 하지 못한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 진술을 먼저 가황·분자 사슬 배열·공중합체의 세 기준으로 따로 판단한 뒤, 옳은 진술의 조합을 고른다. 황과 가열은 가황, 많은 곁사슬은 낮은 밀도, 여러 단위체는 공중합체의 단서이다.

NoteBase

암기 포인트

황 가교는 가황 고무의 강도를 높이고, 곁사슬이 많으면 저밀도이며, ABS는 세 단위체의 공중합체이다.

NoteBase

문 14. 에탄올(C_2H_5OH) 10 몰과 산소(O_2) 27 몰의 혼합물을 연소반응하면 이산화탄소(CO_2)와 물(H_2O)이 생성된다. 이 반응이 완결되었을 때의 설명으로 옳은 것은?

① 한계 반응물은 에탄올이다.

② 남아 있는 반응물의 몰수는 1이다.

③ 물은 25 몰 생성된다.

④ 이산화탄소는 20 몰 생성된다.

정답 2번

출제 포인트

에탄올의 완전 연소 반응식에서 제한 반응물을 찾아 생성물의 양과 남는 반응물의 양을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 양은 에탄올 10몰, 산소 27몰이다.
완전 연소 반응식에서 에탄올 1몰은 산소 3몰과 반응하여 이산화탄소 2몰, 물 3몰을 만든다.
에탄올 10몰을 모두 반응시키려면 산소 30몰이 필요하지만 산소는 27몰만 있으므로 산소가 제한 반응물이다.

사용할 공식

$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$
반응식의 계수비가 곧 반응물과 생성물의 몰비이므로, 주어진 산소 27몰을 기준으로 반응량을 계산한다.

계산 과정

산소 3몰이 반응할 때 에탄올 1몰이 반응한다. 따라서 산소 27몰과 반응하는 에탄올은 9몰이다.
남는 에탄올은 10몰에서 9몰을 뺀 1몰이다.
에탄올 9몰이 반응하면 물은 27몰, 이산화탄소는 18몰 생성된다.

선지 판단

① X. 한계 반응물은 산소이다. 에탄올은 10몰 중 9몰만 반응하고 1몰이 남는다. 틀린 표현 '에탄올' → 올바르게는 '산소'이다.
② O. 반응 후 남아 있는 반응물은 에탄올 1몰이므로 옳다.
③ X. 물은 반응한 에탄올 9몰과 계수비가 1:3이므로 27몰 생성된다. 틀린 표현 '25몰' → 올바르게는 '27몰'이다.
④ X. 이산화탄소는 반응한 에탄올 9몰과 계수비가 1:2이므로 18몰 생성된다. 틀린 표현 '20몰' → 올바르게는 '18몰'이다.

NoteBase

오답 포인트

에탄올의 초기량 10몰을 그대로 생성물 계산에 사용하면 물 30몰, 이산화탄소 20몰로 잘못 판단한다. 먼저 산소 27몰이 부족하여 에탄올이 9몰만 반응한다는 점을 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

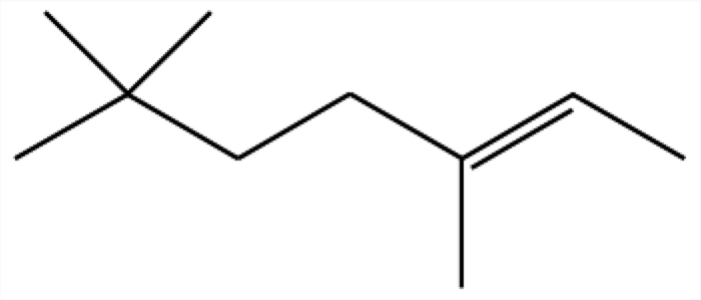
반응식의 계수비로 각 반응물이 모두 반응하는 데 필요한 상대량을 비교하여 제한 반응물을 먼저 정한다. 그다음 제한 반응물의 반응량만으로 생성물과 남는 반응물을 계산한다.

암기 포인트

제한 반응물이 반응의 끝을 정한다. 이 문항에서는 산소 27몰 → 에탄올 9몰 반응 → 에탄올 1몰 남음이다.

NoteBase

문 15. 다음 화합물의 IUPAC명은?



① (E)-3,6,6-trimethylhept-5-ene

② (E)-3,6,6-trimethylhept-2-ene

③ (Z)-3,6,6-trimethylhept-5-ene

④ (Z)-3,6,6-trimethylhept-2-ene

정답 2번

출제 포인트

골격식에서 이중 결합을 포함하는 최장 모체 사슬을 정하고, 이중 결합에 가장 작은 번호를 부여한 뒤 E/Z 배열을 판단하는 문제이다. 이 구조의 모체는 hept-2-ene이고 메틸기는 3,6,6번에 있다.

선지별 해설

① X: 'hept-5-ene'가 틀렸다. 이중 결합에 가장 작은 번호를 주어야 하므로 오른쪽부터 번호를 매겨 hept-2-ene으로 쓴다. 배열은 E가 맞지만, 올바른 명칭은 (E)-3,6,6-trimethylhept-2-ene이다.
② O: 이중 결합을 포함하는 최장 사슬은 탄소 7개의 heptene이다. 오른쪽부터 번호를 매기면 이중 결합은 2번, 메틸기는 3,6,6번이 된다. 각 이중 결합 탄소에서 우선순위가 높은 치환기인 왼쪽의 긴 탄소 사슬과 오른쪽의 메틸기가 서로 반대쪽이므로 E이다.
③ X: 'hept-5-ene'와 'Z'가 틀렸다. 이중 결합의 번호는 5가 아니라 2이며, 고우선순위 치환기가 반대쪽이므로 Z가 아니라 E이다. 올바른 명칭은 (E)-3,6,6-trimethylhept-2-ene이다.
④ X: 'Z'가 틀렸다. 각 이중 결합 탄소에서 우선순위가 높은 치환기는 서로 반대쪽에 있으므로 Z가 아니라 E이다. 올바른 명칭은 (E)-3,6,6-trimethylhept-2-ene이다.

오답 포인트

왼쪽부터 세면 이중 결합 위치가 5가 되어 ①이나 ③처럼 보일 수 있다. 알켄은 치환기 번호보다 이중 결합 번호를 우선하여 가장 작게 정한다. 또 이중 결합 양쪽에서 단순히 눈에 띄는 치환기가 아니라 CIP 우선순위가 높은 치환기의 상대 위치로 E/Z를 판단한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 이중 결합을 포함하는 최장 사슬을 고른다. 다음으로 이중 결합 번호가 가장 작아지는 방향에서 번호를 매긴다. 마지막으로 각 이중 결합 탄소에서 고우선순위 치환기를 골라 같은 쪽이면 Z, 반대쪽이면 E로 판정한다.

암기 포인트

알켄 명명은 '이중 결합 번호 최우선', 입체표기는 '같은 쪽 Z, 반대쪽 E'이다.

NoteBase

문 16. 아세틸렌에 존재하는 결합으로 옳지 않은 것은?

① H의 $1s$ 궤도함수와 그에 인접한 C의 sp 혼성 궤도함수 간의 σ 결합

② 두 C에 각각 존재하는 sp 혼성 궤도함수 간의 σ 결합

③ 두 C에 각각 존재하는 서로 평행한 p_x 궤도함수 간의 π 결합

④ 두 C에 각각 존재하는 서로 수직인 p_x 궤도함수와 p_y 궤도함수 간의 π 결합

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 아세틸렌 HC≡CH에서 sp 혼성 오비탈이 만드는 σ 결합과 비혼성 p 오비탈이 만드는 π 결합의 방향 조건을 묻는 문제이다.

핵심 개념

아세틸렌의 각 C 원자는 sp 혼성화되어 있으며, 두 sp 오비탈은 분자축 방향의 σ 결합에 참여한다. 각 C에 남는 두 비혼성 p 오비탈은 서로 수직이지만, 같은 종류의 p 오비탈끼리는 두 C에서 서로 평행해야 옆면 겹침으로 π 결합을 만든다. 따라서 삼중 결합은 σ 결합 1개와 π 결합 2개로 이루어진다.

선지별 해설

① O: H의 1s 오비탈과 인접한 C의 sp 혼성 오비탈이 분자축 방향으로 정면 겹침하여 C-H σ 결합을 만든다.
② O: 두 C의 sp 혼성 오비탈도 분자축을 따라 정면 겹침하여 C-C σ 결합을 만든다.
③ O: 두 C에 있는 서로 평행한 p□ 오비탈은 옆면 겹침하여 π 결합 하나를 만든다.
④ X: 틀린 표현은 '서로 수직인 p□ 궤도함수와 p□ 궤도함수 간의 π 결합'이다. π 결합은 두 원자에 있는 서로 평행한 같은 방향의 p 오비탈끼리 옆면 겹침할 때 형성된다. p□와 p□처럼 서로 수직인 오비탈 사이에는 효과적인 π 겹침이 없다.

오답 포인트

한 탄소 원자 안에서 남아 있는 두 p 오비탈이 서로 수직이라는 사실과, 원자 사이에서 π 결합을 만들 두 오비탈이 서로 평행해야 한다는 조건을 혼동하기 쉽다. ④는 이 두 관계를 바꾸어 놓았다.

다시 나오면 이렇게 판단

σ 결합은 결합축을 따른 정면 겹침인지, π 결합은 두 원자의 비혼성 p 오비탈이 서로 평행하게 옆면 겹침하는지로 판단한다. 서로 수직인 오비탈 조합은 π 결합을 만들지 못한다.

암기 포인트

아세틸렌의 C≡C는 sp-sp의 σ 1개와 평행한 p-p의 π 2개이다. π 결합은 평행, 수직이면 겹침이 없다.

NoteBase

문 17. 다음 반응의 생성물 중 ㉠에 해당하는 것은? (단, R, R′ = 탄화수소 치환기)

$ROH + R'COOH \rightarrow ㉠ + H_2O$

① 케톤(ketone)
② 에터(ether)
③ 알데하이드(aldehyde)
④ 에스터(ester)

정답 4번

출제 포인트

알코올과 카복실산의 에스터화 반응에서 생성되는 물질의 작용기를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

에스터는 카복실산의 -OH 부분이 알코올의 -OR 부분으로 바뀐 화합물로, 일반식은 R'COOR이다. 알코올 ROH와 카복실산 R'COOH가 반응하면 물이 빠져나오며 에스터 R'COOR가 생성된다. 케톤은 카보닐기 양쪽에 탄화수소기가 결합한 화합물이고, 알데하이드는 말단 카보닐기를 가지며, 에터는 산소 원자가 두 탄화수소기 사이에 있는 화합물이다.

선지별 해설

① X: 케톤은 일반적으로 R-CO-R' 꼴의 카보닐 화합물이다. 이 반응의 생성물은 -COO- 작용기를 가지므로 케톤이 아니다. 틀린 표현은 '케톤'이며, 올바르게는 '에스터'이다.
② X: 에터는 R-O-R' 꼴로 산소 원자만 두 탄화수소기 사이에 존재한다. 생성물에는 카보닐기와 산소가 함께 있는 -COO-가 있으므로 에터가 아니다. 틀린 표현은 '에터'이며, 올바르게는 '에스터'이다.
③ X: 알데하이드는 -CHO를 가지는 카보닐 화합물이다. 반응식의 생성물은 -CHO가 아니라 R'COOR 꼴이므로 알데하이드가 아니다. 틀린 표현은 '알데하이드'이며, 올바르게는 '에스터'이다.
④ O: 알코올과 카복실산이 물 한 분자를 잃고 결합하여 R'COOR 꼴의 에스터를 만드는 반응이다.

오답 포인트

①~③은 모두 산소를 포함하는 유기화합물이라는 공통점 때문에 혼동하기 쉽다. 그러나 반응물에 알코올과 카복실산이 함께 있고 생성물로 물이 나오면 에스터화 반응이므로 생성물의 작용기는 -COO-이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응물에서 알코올 ROH와 카복실산 R'COOH를 찾은 뒤, H와 OH가 물로 빠진 자리에 R'COOR가 만들어지는지 확인한다. -COO-가 있으면 에스터, -CHO가 있으면 알데하이드, R-CO-R'이면 케톤, R-O-R'이면 에터로 판단한다.

암기 포인트

알코올 + 카복실산 → 에스터 + 물, 에스터의 핵심 작용기는 -COO-이다.

NoteBase

문 18. 다음 반응이 평형 상태에 있을 때 평형을 왼쪽으로 이동시킬 수 있는 방법으로 옳은 것은?

$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g),\ \Delta H^\circ = 58.0\ \text{kJ}$

① $N_2O_4(g)$를 첨가한다.

② $NO_2(g)$를 제거한다.

③ $N_2(g)$를 첨가하여 전체압력을 증가시킨다.

④ 온도를 낮춘다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 평형 이동에서 농도 변화, 불활성 기체 첨가, 온도 변화가 미치는 영향을 묻는다. 정반응은 ΔH°가 +58.0 kJ이므로 흡열 반응이며, 역반응은 발열 반응이다.

핵심 개념

르샤틀리에 원리는 평형계에 가해진 변화를 줄이는 방향으로 평형이 이동한다는 원리이다. 반응물 농도를 늘리거나 생성물을 제거하면 정반응 쪽으로 이동한다. 불활성 기체는 일정한 부피에서 첨가하면 반응 기체들의 분압을 바꾸지 않아 평형을 이동시키지 않는다. 흡열 반응에서는 열이 반응물처럼 작용하므로, 온도를 낮추면 발열인 역반응 쪽으로 이동한다.

선지별 해설

① X: N_2O_4(g)를 첨가하면 늘어난 반응물을 소비하는 정반응 쪽, 즉 오른쪽으로 이동한다. 틀린 표현은 'N_2O_4(g)를 첨가한다'이며, 왼쪽으로 이동시키려면 N_2O_4(g)를 제거해야 한다.
② X: NO_2(g)를 제거하면 줄어든 생성물을 보충하는 정반응 쪽, 즉 오른쪽으로 이동한다. 틀린 표현은 'NO_2(g)를 제거한다'이며, 왼쪽으로 이동시키려면 NO_2(g)를 첨가해야 한다.
③ X: N_2(g)는 반응식에 없는 불활성 기체이다. 일정한 부피에서 N_2(g)를 첨가하면 전체 압력은 커져도 N_2O_4와 NO_2의 분압은 변하지 않아 평형은 이동하지 않는다. 틀린 표현은 '전체 압력을 증가시킨다'이며, 평형을 왼쪽으로 이동시키는 압력 변화는 부피를 줄여 반응 기체들의 분압을 함께 높이는 경우이다.
④ O: 정반응은 흡열 반응이므로 온도를 낮추면 열을 생성하는 발열 방향인 역반응 쪽, 즉 왼쪽으로 평형이 이동한다.

오답 포인트

③처럼 전체 압력의 증가만 보고 평형 이동을 판단하면 안 된다. 불활성 기체 첨가 시에는 반응 기체의 분압이 변하는지가 기준이며, 일정한 부피에서는 분압이 변하지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 정반응의 흡열·발열을 확인한다. 이어서 농도 변화는 첨가한 물질을 소비하거나 제거한 물질을 보충하는 방향으로 판단한다. 압력 문제는 전체 압력 대신 반응 기체의 분압과 기체 몰수 변화를 확인한다.

암기 포인트

흡열 정반응은 온도 ↓ → 왼쪽, 반응에 참여하지 않는 기체의 첨가는 일정 부피에서 평형 이동 없음이다.

NoteBase

문 19. 2족 원소들의 이온 반지름이 작은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

① $Be^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+}$

② $Mg^{2+} < Be^{2+} < Sr^{2+} < Ca^{2+}$

③ $Ca^{2+} < Mg^{2+} < Be^{2+} < Sr^{2+}$

④ $Sr^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Be^{2+}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 2족 원소가 같은 전하를 띠는 2가 양이온이 되었을 때, 족 아래로 갈수록 이온 반지름이 커지는지를 묻는다.

핵심 개념

이온 반지름은 전자껍질 수가 많을수록 커진다. Be^{2+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}는 모두 2가 양이온이므로 전하의 크기 조건이 같고, 아래로 갈수록 전자껍질이 늘어나 반지름이 커진다. 따라서 $Be^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+}$이다.

선지별 해설

① O: $Be^{2+} \rightarrow Mg^{2+} \rightarrow Ca^{2+} \rightarrow Sr^{2+}$ 순으로 전자껍질 수가 증가하므로 이온 반지름도 커진다.

② X: '$Mg^{2+} < Be^{2+}$'와 '$Sr^{2+} < Ca^{2+}$'가 틀렸다. 올바르게는 $Be^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+}$이다.

③ X: '$Ca^{2+} < Mg^{2+} < Be^{2+}$'가 틀렸다. Be^{2+}가 가장 작고, 올바른 순서는 $Be^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+}$이다.

④ X: '$Sr^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Be^{2+}$'가 틀렸다. Sr^{2+}가 가장 크고 Be^{2+}가 가장 작으므로, 올바르게는 $Be^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+}$이다.

오답 포인트

원자 반지름과 이온 반지름을 별개의 규칙처럼 외우거나, Sr^{2+}가 2가 양이온이라는 이유만으로 작다고 판단하는 경우가 함정이다. 이 문항에서는 네 이온의 전하가 모두 같으므로 전자껍질 수만 비교하면 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 족에서 전하가 같은 이온끼리는 먼저 전자껍질 수를 비교한다. 아래 원소일수록 전자껍질이 많아 이온 반지름이 크다.

NoteBase

암기 포인트

같은 족·같은 전하: 아래로 갈수록 이온 반지름이 커진다. $Be^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+}$이다.

NoteBase

문 20. 형석 구조(fluorite structure)를 갖는 CaF_2의 결정 구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① Ca^{2+} 이온은 입방 조밀쌓임(cubic close-packed) 배열을 이룬다.

② F^- 이온의 배위수는 6이다.

③ 단위 세포(unit cell)에는 4개의 CaF_2 화학식 단위가 있다.

④ F^- 이온은 원시 입방(primitive cubic) 격자를 형성한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 형석 구조에서 Ca^{2+}와 F^-가 이루는 격자와 배위수, 단위 세포 속 화학식 단위 수를 묻는다.

핵심 개념

형석 구조는 Ca^{2+}가 면심입방 격자를 이루고 F^-가 모든 사면체 빈자리를 채운 구조이다. Ca^{2+} 하나는 F^- 8개에, F^- 하나는 Ca^{2+} 4개에 둘러싸인다.

선지별 해설

① O: Ca^{2+} 이온은 면심입방, 즉 입방 조밀쌓임 배열을 이룬다.
② X: F^- 이온의 배위수는 6이 아니다. F^-는 사면체 자리에서 Ca^{2+} 4개와 가장 가깝게 접하므로 배위수는 4이다.
③ O: 단위 세포에는 Ca^{2+}가 4개, F^-가 8개 들어 있어 CaF_2 화학식 단위는 4개이다.
④ O: 모든 사면체 빈자리를 F^-가 차지하면 F^- 이온들은 원시 입방 격자를 형성한다.

오답 포인트

②는 팔면체 배위수인 6을 떠올리게 하는 함정이다. 형석 구조에서 F^-는 사면체 자리에 있으므로 배위수 4를 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

형석 구조는 큰 양이온의 면심입방 배열과 사면체 빈자리의 음이온을 먼저 확인한다. 이어서 사면체 자리는 배위수 4, CaF_2 단위 세포는 Ca 4개와 F 8개라는 점으로 선지를 판단한다.

암기 포인트

형석 CaF_2: Ca는 면심입방, F는 사면체 자리, F의 배위수는 4이다.

NoteBase