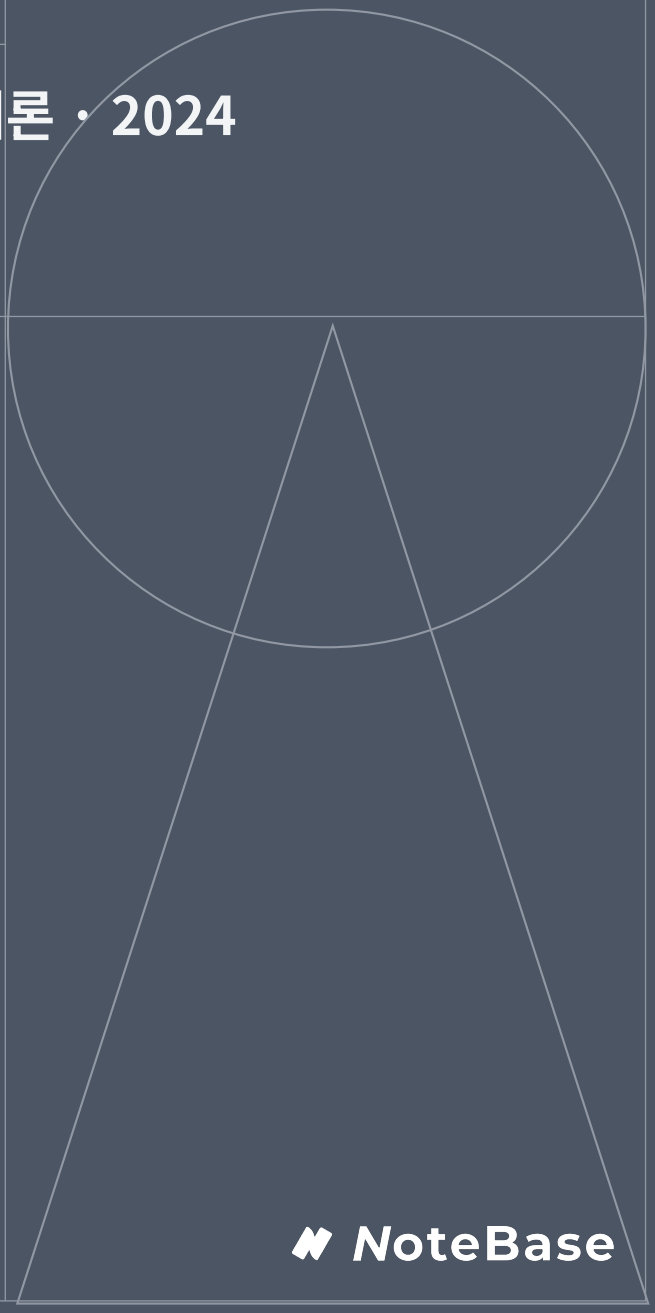
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 화학개론 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 화학개론 · 2024

공무원/지방직/7급 · 화학개론 · 2024

문 1. 방사성 붕괴로부터 방출되는 알파(α), 감마(γ) 방사선의 전하를 바르게 나열한 것은?

① 알파(α): +1, 감마(γ): 0

② 알파(α): +1, 감마(γ): +1

③ 알파(α): +2, 감마(γ): 0

④ 알파(α): +2, 감마(γ): +1

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 방사성 붕괴에서 방출되는 알파선과 감마선의 전하를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

알파선은 헬륨 원자핵(양성자 2개, 중성자 2개)으로 이루어진 입자이므로 전하가 +2이다. 감마선은 전자기파인 광자이므로 전하가 0이다. 알파선은 입자선이고, 감마선은 전하를 띠지 않는 전자기파라는 점이 결정 차이이다.

선지별 해설

① X: 알파선의 전하를 +1로 제시한 부분이 틀리다. 알파선은 양성자 2개를 포함한 헬륨 원자핵이므로 전하는 +2이다. 감마선의 전하 0은 맞다.
② X: 알파선의 전하 +1과 감마선의 전하 +1이 모두 틀리다. 알파선은 +2이고, 감마선은 전하가 없는 광자이므로 0이다.
③ O: 알파선은 +2, 감마선은 0이므로 옳다.
④ X: 알파선의 전하 +2는 맞지만, 감마선의 전하를 +1로 제시한 부분이 틀리다. 감마선의 전하는 0이다.

오답 포인트

알파선은 양전하를 띤다는 사실만 기억하고 전하량을 +1로 혼동하기 쉽다. 알파선은 양성자가 2개인 헬륨 원자핵이므로 +2이며, 감마선은 입자가 아닌 전자기파라서 전하가 0이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

알파선은 헬륨 원자핵으로 보아 양성자 수 2개에서 전하 +2를 판단한다. 감마선은 광자로 보아 전하 0을 판단한다.

암기 포인트

알파는 헬륨핵이라 +2, 감마는 빛이라 0이다.

NoteBase

문 2. 2.0M NaCl **수용액** 100mL**와** 1.25M KCl **수용액** 400mL**를 혼합한 용액에서** Cl^-**의 농도**[M]**는? (단,** NaCl**과** KCl**은 완전 해리한다)**

① 1.3

② 1.4

③ 1.5

④ 1.6

정답 2번

출제 포인트

완전 해리하는 두 전해질 수용액을 혼합할 때 각 용액에서 나온 Cl^-의 몰수를 합한 뒤, 총부피로 나누어 이온 농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

NaCl 수용액의 부피는 100mL = 0.100L이고, KCl 수용액의 부피는 400mL = 0.400L이다.
NaCl과 KCl은 각각 1몰당 Cl^- 1몰을 만든다.
혼합 후 총부피는 0.100 + 0.400 = 0.500L이다.

사용할 공식

몰수는 $n = MV$, 농도는 $c = \frac{n}{V}$로 구한다.
각 용액에서 나온 Cl^-의 양을 더해야 하므로, 먼저 $n(Cl^-)$를 각각 계산한 후 혼합 용액의 총부피로 나눈다.

계산 과정

1. NaCl에서 나온 Cl^-의 몰수는 2.0mol/L × 0.100L = 0.20mol이다.
2. KCl에서 나온 Cl^-의 몰수는 1.25mol/L × 0.400L = 0.50mol이다.
3. 전체 Cl^-의 몰수는 0.20 + 0.50 = 0.70mol이다.
4. 따라서 Cl^-의 농도는 0.70mol/0.500L = 1.4M이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 1.4M이므로 1.3이 아니다. 틀린 표현: Cl^-의 농도가 1.3M이다 → 올바르게는 1.4M이다.
② O: 두 용액에서 나온 Cl^-의 총몰수 0.70mol을 총부피 0.500L로 나누면 1.4M이다.
③ X: 계산 결과는 1.4M이므로 1.5가 아니다. 틀린 표현: Cl^-의 농도가 1.5M이다 → 올바르게는 1.4M이다.
④ X: 계산 결과는 1.4M이므로 1.6이 아니다. 틀린 표현: Cl^-의 농도가 1.6M이다 → 올바르게는 1.4M이다.

NoteBase

오답 포인트

NaCl과 KCl의 농도를 단순히 더하거나 평균내면 안 된다. 각 용액의 부피가 다르므로 Cl^-의 몰수를 먼저 합하고, 혼합 뒤의 총부피 0.500L로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

혼합 용액의 이온 농도는 각 용액의 이온 몰수 $M \times V$를 모두 더한 뒤 총부피로 나누어 판단한다. 완전 해리 여부와 이온 1몰당 생성되는 이온의 몰수도 함께 확인한다.

암기 포인트

혼합 농도는 농도의 합이 아니라 '총몰수 ÷ 총부피'이다.

NoteBase

문 3. 다음 반응의 평형 상수는 t°C에서 2.4×10^{-3}이다. 같은 온도의 평형 상태에서 수증기와 수소 기체의 농도가 각각 0.10M, 0.02M일 때 산소 기체의 농도 [M]는?

$2H_2O(g) \rightleftharpoons 2H_2(g) + O_2(g)$

① 0.012

② 0.06

③ 0.12

④ 0.6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 반응식의 계수를 지수로 반영한 평형상수 식으로 산소의 평형 농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 평형 농도는 $[H_2O] = 0.10M$, $[H_2] = 0.02M$이고, $K_c = 2.4 \times 10^{-3}$이다. 구할 값은 $[O_2]$이다.
반응식의 계수 2는 H_2O와 H_2의 농도에 각각 제곱으로 반영된다.

사용할 공식

$K_c = \frac{[H_2]^2[O_2]}{[H_2O]^2}$
평형상수는 생성물 농도를 계수만큼 거듭제곱하여 분자에, 반응물 농도를 계수만큼 거듭제곱하여 분모에 놓으므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

$[O_2] = K_c \times \frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2}$
$= 2.4 \times 10^{-3} \times \frac{(0.10)^2}{(0.02)^2}$
$= 2.4 \times 10^{-3} \times 25 = 0.060M$
따라서 산소 기체의 평형 농도는 $0.06M$이다.

선지 판단

① X: 제시값 $0.012M$은 평형상수 식에 주어진 농도를 대입한 결과와 다르다. 틀린 표현인 '0.012' → 올바르게는 '0.06'이다.
② O: 계산값이 $0.060M$이므로 제시값 $0.06M$와 일치한다.
③ X: 제시값 $0.12M$은 계산값의 2배이다. 틀린 표현인 '0.12' → 올바르게는 '0.06'이다.
④ X: 제시값 $0.6M$은 계산값의 10배이다. 틀린 표현인 '0.6' → 올바르게는 '0.06'이다.

NoteBase

오답 포인트

반응식의 계수 2를 농도의 앞 계수처럼 처리하면 안 된다. K_c 식에서는 $[H_2]$와 $[H_2O]$를 각각 제곱해야 하며, ③과 ④처럼 계산 결과의 자릿수를 잘못 읽지 않도록 확인한다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 농도 계산에서는 먼저 반응식을 보고 각 물질의 지수를 정한 뒤, K_c 식을 세운다. 이어서 미지수를 한쪽에 고립시키고 대입한 뒤 자릿수를 검산한다.

암기 포인트

평형상수 식의 지수는 반응식 계수이다: $2H_2O \rightleftharpoons 2H_2 + O_2$이면 $K_c = [H_2]^2[O_2]/[H_2O]^2$이다.

NoteBase

문 4. 밑줄 친 원소의 산화수가 나머지와 다른 것은?

① Na_2SO_3

② Al_2O_3

③ FeO

④ H_2S

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 화합물에서 산화수의 합이 전체 전하와 같다는 원리를 이용하여 밑줄 친 원소의 산화수를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

산화수는 화합물에서 각 원소에 형식적으로 배정하는 전하수이다. 중성 화합물에서는 각 원소의 산화수에 원자수를 곱해 더한 값이 0이다. 일반적으로 Na는 +1, H는 +1, O는 -2이다.

선지별 해설

① O: Na_2SO_3에서 Na의 산화수는 +1, O의 산화수는 -2이므로 2(+1)+S+3(-2)=0이다. 따라서 밑줄 친 S의 산화수는 +4로, 나머지와 다르다.
② X: Al_2O_3에서 밑줄 친 O의 산화수는 -2이다. 틀린 판단은 '나머지와 다르다'는 부분이며, 올바르게는 밑줄 친 원소의 산화수가 ③과 ④의 밑줄 친 원소와 같이 -2이므로 다른 것이 아니다.
③ X: FeO에서 밑줄 친 O의 산화수는 -2이다. 틀린 판단은 '나머지와 다르다'는 부분이며, 올바르게는 ②와 ④의 밑줄 친 원소와 산화수가 같으므로 다른 것이 아니다.
④ X: H_2S에서 H의 산화수는 +1이므로 2(+1)+S=0이고, 밑줄 친 S의 산화수는 -2이다. 틀린 판단은 '나머지와 다르다'는 부분이며, 올바르게는 ②와 ③의 밑줄 친 원소와 산화수가 같으므로 다른 것이 아니다.

오답 포인트

①의 S와 ④의 S가 모두 황이라는 이유만으로 산화수가 같다고 판단하기 쉽다. 산화수는 원소의 종류만으로 정해지지 않고, 결합한 원소와 화합물의 전하를 함께 고려한다.

다시 나오면 이렇게 판단

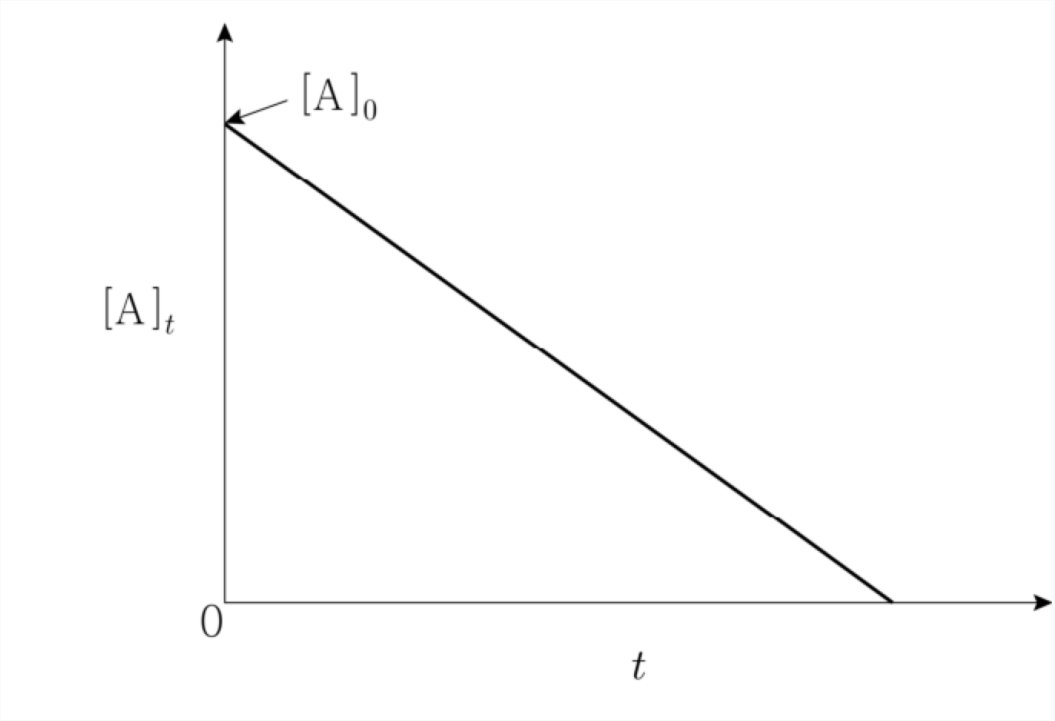
먼저 Na, H, O처럼 산화수가 거의 고정되는 원소의 값을 넣고, 중성 화합물에서는 산화수 총합을 0으로 두어 밑줄 친 원소의 값을 구한다. 구한 값을 모두 나열한 뒤 하나만 다른 값을 찾는다.

NoteBase

암기 포인트

중성 화합물의 산화수 총합은 0, Na는 +1 · H는 +1 · O는 -2이다. SO_3의 S는 +4, H_2S의 S는 -2이다.

문 5. 그림은 A→P 반응에서 시간t에 따른 A의 농도 변화를 나타낸 것이다. 이 반응의 차수는? (단, $[A]_t$는 t에서의 A의 농도이고, $[A]_0$는 A의 초기 농도이다)



① 0차

② 1차

③ 2차

④ 3차

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 시간에 따른 반응물 A의 농도 그래프에서 반응 차수를 판별하는 문제이다. 0차 반응에서는 $[A]_t$가 시간 t에 대해 직선적으로 감소한다.

자료 읽는 순서

1. 가로축이 시간 t, 세로축이 A의 농도 $[A]_t$임을 확인한다.
2. $[A]_t$가 $[A]_0$에서 시작하여 시간에 따라 직선으로 감소함을 확인한다.
3. $[A]_t = [A]_0 - kt$와 일치하므로 0차 반응으로 판단한다.

NoteBase

핵심 근거

0차 반응의 적분 속도식은 $[A]_t = [A]_0 - kt$이다. 따라서 $[A]_t$ 대 t 그래프의 기울기는 $-k$인 직선이 된다. 그림은 바로 이 형태를 보인다.

선지별 해설

① O: 세로축 $[A]_t$와 가로축 t의 관계가 직선 감소이다. 이는 0차 반응의 $[A]_t = [A]_0 - kt$에 해당한다.
② X: '1차'가 틀린 표현이다. 1차 반응에서는 $\ln[A]_t$ 대 t 그래프가 직선이 되고, $[A]_t$ 대 t 그래프는 직선이 아니다. 올바르게는 이 그래프는 0차 반응을 뜻한다.
③ X: '2차'가 틀린 표현이다. 2차 반응에서는 $1/[A]_t$ 대 t 그래프가 직선이 된다. 올바르게는 $[A]_t$ 대 t가 직선인 경우는 0차 반응이다.
④ X: '3차'가 틀린 표현이다. 3차 반응은 $[A]_t$ 대 t의 단순 직선 감소로 판별되지 않는다. 올바르게는 그림의 직선 관계는 0차 반응의 농도-시간식이다.

오답 포인트

농도가 감소한다는 사실만으로 1차 반응이라고 판단하기 쉽다. 차수 판별에서는 농도 자체가 아니라 어떤 값이 시간에 대해 직선이 되는지를 구분한다. 이 그림은 $[A]_t$ 자체가 직선이므로 0차 반응이다.

다시 나오면 이렇게 판단

세로축이 $[A]$이고 $[A]$-시간 그래프가 직선이면 0차, 세로축이 $\ln[A]$이고 직선이면 1차, 세로축이 $1/[A]$이고 직선이면 2차로 판단한다.

암기 포인트

0차는 $[A]$ 직선, 1차는 $\ln[A]$ 직선, 2차는 $1/[A]$ 직선이다.

NoteBase

문 6. 탄산 암모늄($(NH_4)_2CO_3$)을 가열하면 암모니아(NH_3), 이산화 탄소(CO_2), 수증기(H_2O)로 분해된다. 탄산 암모늄 48.0g이 완전히 분해되어 생성되는 암모니아의 질량[g]은? (단, H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16이다)

① 8.5

② 10.5

③ 17.0

④ 20.9

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 탄산 암모늄의 열분해 반응식에서 반응물과 암모니아의 몰비를 이용해 생성되는 암모니아의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

탄산 암모늄의 화학식은 $(NH_4)_2CO_3$이고, 몰질량은 $2 \times 14 + 8 \times 1 + 12 + 3 \times 16 = 96 g/mol$이다.
주어진 탄산 암모늄 48.0 g은 $48.0/96 = 0.500 mol$이다.

사용할 공식

분해 반응식은 $(NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2NH_3 + CO_2 + H_2O$이다. 반응식에서 탄산 암모늄 1 mol이 암모니아 2 mol을 생성하므로, 반응물의 몰수에 계수비 2/1을 곱한다.

계산 과정

1. 탄산 암모늄의 몰수는 $48.0 g \div 96 g/mol = 0.500 mol$이다.
2. 생성되는 암모니아의 몰수는 $0.500 mol \times 2 = 1.00 mol$이다.
3. 암모니아의 몰질량은 $14 + 3 \times 1 = 17 g/mol$이므로, 질량은 $1.00 mol \times 17 g/mol = 17.0 g$이다.

선지 판단

① X. 8.5 g은 계산 결과와 다르다. 8.5 g → 올바르게는 17.0 g이다. 이는 암모니아의 계수 2를 반영하지 않아 0.500 mol만 생성된 것으로 계산한 값이다.
② X. 10.5 g은 계산 결과와 다르다. 10.5 g → 올바르게는 17.0 g이다. 반응식의 몰비와 암모니아의 몰질량을 함께 적용해야 한다.
③ O. 반응식의 몰비에 따라 암모니아 1.00 mol이 생성되며, 그 질량은 17.0 g이다.
④ X. 20.9 g은 계산 결과와 다르다. 20.9 g → 올바르게는 17.0 g이다. 생성물의 계수비를 정확히 적용한 뒤 암모니아의 몰질량 17g/mol을 곱해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

탄산 암모늄 0.500 mol에 암모니아가 0.500 mol 생성된다고 보는 것이 함정이다. 반응식에서 NH_3의 계수는 2이므로 암모니아는 1.00 mol 생성된다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량을 먼저 몰수로 바꾸고, 반응식 계수비로 생성물의 몰수를 구한 다음, 생성물의 몰질량을 곱해 질량으로 환산한다.

암기 포인트

$(NH_4)_2CO_3$ 1 mol → NH_3 2 mol이다. 질량 계산은 질량 → 몰 → 계수비 → 질량 순서이다.

문 7. 한 원자에서 다음 양자수를 가질 수 있는 전자의 최대 개수는? (단, n, l, m_s는 각각 주양자수, 각운동량 양자수, 스핀 양자수이다)

$n = 3,\ l = 2,\ m_s = +\frac{1}{2}$

① 0
② 1
③ 3
④ 5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 각운동량 양자수 l가 정해졌을 때 가능한 자기 양자수 m_l의 개수와, 스핀 양자수까지 고정된 전자 수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $n = 3, l = 2, m_s = +\frac{1}{2}$이다. $n = 3$에서는 $l = 2$가 가능하며, m_s가 이미 $+\frac{1}{2}$로 고정되어 있으므로 m_l의 서로 다른 값마다 전자 1개씩만 센다.

사용할 공식

자기 양자수는 $m_l = -l,\ -l+1, \ldots, 0, \ldots, l-1, l$이고, 가능한 값의 개수는 $2l+1$개이다. l이 같은 오비탈들은 m_l 값으로 구별되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $l = 2$이므로 $m_l = -2,\ -1, 0,\ +1,\ +2$이다.
2. 가능한 m_l 값은 5개이며, $2l+1 = 2\times 2+1 = 5$로도 확인된다.
3. 각 m_l 값에서 $m_s = +\frac{1}{2}$인 전자는 하나씩 가능하므로 최대 전자 수는 5개이다.

선지 판단

① X: 0개가 아니다. $l = 2$는 $n = 3$에서 허용되고, 가능한 m_l 값이 5개이다. 틀린 표현 '0' → 올바르게는 '5'이다.
② X: 1개가 아니다. m_s만 고정되었을 뿐 m_l은 -2부터 +2까지 5가지가 가능하다. 틀린 표현 '1' → 올바르게는 '5'이다.
③ X: 3개가 아니다. $n = 3$이라는 값은 가능한 m_l의 개수가 아니라 주양자수이며, 개수는 $l = 2$로부터 결정된다. 틀린 표현 '3' → 올바르게는 '5'이다.
④ O: $l = 2$이면 m_l이 5가지이고 $m_s = +\frac{1}{2}$가 고정되어 각 경우에 전자 1개씩 가능하므로 최대 5개이다.

NoteBase

오답 포인트

③처럼 주양자수 $n = 3$을 전자 수나 m_l의 개수로 바로 쓰는 오류가 흔하다. m_l의 개수는 n이 아니라 l로 결정되며, m_s가 고정되지 않았다면 전자 수가 다시 2배가 된다는 점도 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 l에서 $m_l = -l$부터 $+l$까지를 나열해 $2l + 1$개를 구한다. 이어서 m_s가 하나로 고정되었는지, $\pm\frac{1}{2}$ 모두 가능한지를 확인해 전자 수를 판단한다.

암기 포인트

l이 정하면 오비탈 수는 $2l + 1$개이고, 스핀까지 고정되면 전자 수도 $2l + 1$개이다.

NoteBase

문 8. 수소의 3s 오비탈의 방사방향 확률 함수(radial probability function)에서 마디(node)의 수는?

① 0

② 1

③ 2

④ 3

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 수소 원자 오비탈의 방사 마디 수를 주양자수와 각운동량 양자수로 판단하는 문제이다.

핵심 개념

방사 마디는 핵으로부터의 거리에 따라 방사방향 확률 함수가 0이 되는 지점이며, 그 수는 $n - l - 1$이다. s 오비탈은 $l = 0$이므로 3s 오비탈의 방사 마디 수는 $3 - 0 - 1 = 2$이다.

선지별 해설

① X: '마디의 수가 0'이라는 표현이 틀리다. 3s 오비탈의 방사 마디 수는 2이다.
② X: '마디의 수가 1'이라는 표현이 틀리다. 3s 오비탈은 두 개의 방사 마디를 갖는다.
③ O: 3s에서 $n = 3$, $l = 0$이므로 방사 마디 수는 $n - l - 1 = 2$이다.
④ X: '마디의 수가 3'이라는 표현이 틀리다. 방사 마디 수는 3이 아니라 2이다.

오답 포인트

3s의 주양자수 3을 그대로 마디 수로 보거나, s 오비탈이라는 이유만으로 마디가 없다고 판단하기 쉽다. s 오비탈은 각마디는 없지만, 2s와 그보다 높은 s 오비탈에는 방사 마디가 존재한다.

다시 나오면 이렇게 판단

오비탈 표기에서 숫자를 n, 문자에 대응하는 값을 l로 정한 뒤 $n - l - 1$을 계산한다. s, p, d, f 오비탈의 l은 각각 0, 1, 2, 3이다.

암기 포인트

전체 마디 수는 $n - 1$, 방사 마디 수는 $n - l - 1$, 각마디 수는 l이다.

NoteBase

문 9. 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 모형에 근거하여, 모든 원자가 한 평면에 존재하는 화학종을 모두 고르면? (단, 모든 화학종은 바닥 상태에 있다)

ㄱ. PCl_5
ㄴ. SF_4
ㄷ. BCl_3
ㄹ. I_3^-

① ㄱ, ㄴ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 VSEPR 모형에서 중심 원자 주위 전자쌍의 배치와 분자 모양을 이용하여 모든 원자가 한 평면에 놓이는지를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

평면 삼각형 AX_3는 중심 원자와 세 결합 원자가 한 평면에 있다.
PCl_5의 AX_5는 삼각쌍뿔형이고, SF_4의 AX_4E는 시소형이므로 축 방향 원자가 적도면 밖에 있어 평면 구조가 아니다.
I_3^-는 전자쌍 배치는 삼각쌍뿔형 AX_2E_3이지만, 원자만 보면 세 I 원자가 일직선상에 놓이는 직선형이다.

선지별 해설

① X. ‘ㄱ, ㄴ’이 틀렸다. PCl_5는 삼각쌍뿔형, SF_4는 시소형이어서 모두 원자가 한 평면에 있지 않다. 올바르게는 ‘ㄷ, ㄹ’이다.
② X. ‘ㄴ, ㄷ’에서 ㄴ이 틀리고 ㄹ이 빠졌다. SF_4는 시소형으로 비평면 구조이며, I_3^-는 직선형으로 모든 원자가 한 평면에 있다. 올바르게는 ‘ㄷ, ㄹ’이다.
③ X. ‘ㄴ, ㄹ’에서 ㄴ이 틀리고 ㄷ이 빠졌다. SF_4는 비평면 구조이고, BCl_3는 평면 삼각형으로 모든 원자가 한 평면에 있다. 올바르게는 ‘ㄷ, ㄹ’이다.
④ O. BCl_3는 평면 삼각형이고 I_3^-는 직선형이므로 ㄷ, ㄹ의 모든 원자가 각각 한 평면에 있다.

NoteBase

오답 포인트

I_3^-의 전자쌍 배치가 삼각쌍뿔형이라는 사실만 보고 비평면이라고 판단하기 쉽다. 평면성은 비공유 전자쌍이 아니라 원자의 실제 배치인 분자 모양으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중심 원자의 결합쌍과 비공유 전자쌍 수로 AX⊠E⊠을 정한 뒤, 전자쌍 배치가 아니라 원자가 이루는 분자 모양을 확인한다. 평면 삼각형과 직선형은 평면이고, 삼각쌍뿔형과 시소형은 축 방향 원자 때문에 비평면이다.

암기 포인트

AX_3는 평면 삼각형, AX_2E_3는 직선형, AX_5와 AX_4E는 입체형이다.

NoteBase

문 10. 다음 가역 반응이 단일 단계 반응(elementary reaction)으로 일어난다. 평형 상태에서 정반응의 속도 상수는 $0.3\mathrm{M}^{-1}\mathrm{s}^{-1}$이고, 평형 상수는 30일 때 역반응의 속도 상수$[\mathrm{M}^{-1}\mathrm{s}^{-1}]$는?

$\mathrm{A} + \mathrm{B} \rightleftharpoons \mathrm{C} + \mathrm{D}$

① 0.01

② 0.1

③ 9

④ 100

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단일 단계 가역반응에서 평형상수와 정반응·역반응 속도상수의 관계를 이용하여 역반응 속도상수를 구하는 문제이다.

조건 정리

정반응은 $A + B \rightarrow C + D$, 역반응은 $C + D \rightarrow A + B$이다. 정반응 속도상수는 $k_f = 0.3M^{-1}s^{-1}$, 평형상수는 $K = 30$이며, 구할 값은 역반응 속도상수 k_r이다.

사용할 공식

단일 단계 반응에서는 $v_f = k_f[A][B]$, $v_r = k_r[C][D]$이다. 평형에서 두 속도가 같으므로 $k_f[A][B] = k_r[C][D]$이고, 따라서 $K = \frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{k_f}{k_r}$이다. 반응식의 양쪽이 모두 두 분자의 반응물이므로 k_f와 k_r의 단위는 모두 $M^{-1}s^{-1}$이다.

계산 과정

$K = \frac{k_f}{k_r}$에서 $k_r = \frac{k_f}{K}$이다. 따라서 $k_r = \frac{0.3}{30} = 0.01M^{-1}s^{-1}$이다.

선지 판단

① O. 계산한 역반응 속도상수는 $0.01M^{-1}s^{-1}$이므로 옳다.
② X. '0.1'은 $0.3 \div 30$을 잘못 계산한 값이다. 올바르게는 $0.01M^{-1}s^{-1}$이다.
③ X. '9'는 0.3×30으로 평형상수를 나눈 것이 아니라 곱한 값이다. 올바르게는 $0.01M^{-1}s^{-1}$이다.
④ X. '100'은 $K = 30$과 $k_f = 0.3$의 관계에 맞지 않는 값이다. 올바르게는 $k_r = 0.3 \div 30 = 0.01M^{-1}s^{-1}$이다.

NoteBase

오답 포인트

평형상수 K를 k_r/k_f로 뒤집거나, ③처럼 k_f에 K를 곱하는 실수가 흔하다. 이 반응에서는 $K = k_f/k_r$이므로 K가 30으로 클 때 역반응 속도상수는 정반응 속도상수보다 작아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단일 단계 가역반응은 먼저 정·역반응의 속도식을 반응식 계수대로 쓴다. 평형에서 두 속도를 같게 둔 뒤 농도항의 비를 평형상수로 바꾸어 $K = k_f/k_r$를 세우고, 구하려는 속도상수를 정리한다.

암기 포인트

단일 단계 가역반응에서는 $K = \frac{k_f}{k_r}$이다. K가 클수록 정반응 속도상수는 역반응 속도상수보다 상대적으로 크다.

NoteBase

문 11. 결정장 이론에 근거한 두 금속 착이온 $[FeCl_4]^-$와 $[PtCl_4]^{2-}$에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면? (단, Fe, Pt는 각각 8족, 10족 원소이다)

ㄱ. 두 착이온의 기하 구조는 동일하다.
ㄴ. $[PtCl_4]^{2-}$는 상자기성이다.
ㄷ. $[PtCl_4]^{2-}$의 $d_{x^2-y^2}$ 오비탈은 비어 있다.
ㄹ. $[FeCl_4]^-$의 홀전자 수는 5이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 4배위 전이금속 착이온에서 금속의 산화수와 d 전자 수를 구한 뒤, 기하 구조·자성·d 오비탈의 전자 배치를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

$[FeCl_4]^-$에서 Fe의 산화수는 +3이므로 d 전자는 5개이다. Cl^-는 약한 리간드이고 이 착이온은 사면체형이므로 5개의 d 오비탈에 전자가 하나씩 들어가 홀전자는 5개이다.
$[PtCl_4]^{2-}$에서 Pt의 산화수는 +2이므로 d 전자는 8개이다. Pt(II)의 d^8 착이온은 평면사각형 구조를 이루며, 가장 에너지가 높은 $d_{x^2-y^2}$ 오비탈은 비어 있어 반자기성을 나타낸다.
사면체형과 평면사각형은 모두 4배위일 수 있으나, 기하 구조와 d 오비탈 분리 양상은 다르다.

NoteBase

선지별 해설

① ㄱ X

두 착이온의 기하 구조가 동일하다는 부분이 틀리다. $[FeCl_4]^-$는 사면체형이고 $[PtCl_4]^{2-}$는 평면사각형이다.

② ㄴ X

$[PtCl_4]^{2-}$가 상자기성이라는 부분이 틀리다. Pt^{2+}는 d 전자 8개이며 평면사각형 분리에서 전자가 모두 짝지어지므로 실제로는 반자기성이다.

③ ㄷ O

$[PtCl_4]^{2-}$의 평면사각형 분리에서 $d_{x^2-y^2}$ 오비탈은 가장 높은 에너지에 놓인다. d 전자 8개는 그 아래 오비탈들에 채워지므로 이 오비탈은 비어 있다.

④ ㄹ O

$[FeCl_4]^-$에서 Fe^{3+}는 d 전자 5개이다. 사면체 약한 장에서는 다섯 전자가 각각 홀전자로 남으므로 홀전자 수는 5개이다.

오답 포인트

4배위라는 사실만으로 같은 구조라고 판단하거나, d^8이면 항상 홀전자가 있다고 판단하기 쉽다. ①은 4배위 착이온의 구조 차이를, ②는 Pt(II) 평면사각형 d^8 착이온의 전자 짝지음을 혼동하게 하는 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 리간드 전하와 착이온 전하로 금속의 산화수를 구하고, 족 번호에서 산화수를 빼 d 전자 수를 정한다. 이어 4배위 착이온의 사면체형 또는 평면사각형 구조를 구별한 뒤, 해당 분리 양상에서 홀전자 수와 빈 오비탈을 판단한다.

암기 포인트

Fe^{3+} d^5 사면체형은 홀전자 5개, Pt^{2+} d^8 평면사각형은 $d_{x^2-y^2}$ 비어 있음·반자기성이다.

문 12. $[Co(en)_2(NH_3)CN]Cl_2$ **화합물에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, en은 에틸렌다이아민(ethylenediamine)이고, Co의 원자 번호는 27이다)**

① Co의 산화수는 +3이다.

② 입체 이성질체의 수는 4이다.

③ 거울상 이성질체가 존재한다.

④ Co의 전자 배치는 $[Ar]3d^6$이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 $[Co(en)_2(NH_3)CN]Cl_2$에서 착이온의 전하와 배위수로 Co의 산화수·전자배치를 구하고, $[M(en)_2ab]$형 팔면체 착물의 입체 이성질체를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

en과 NH_3는 중성 리간드이고 CN^-는 전하가 -1인 리간드이다. Cl^- 두 개는 착이온 밖에 있으므로 착이온 $[Co(en)_2(NH_3)CN]$의 전하는 +2이다. en은 두 자리 리간드이므로 en 두 개는 네 자리를 차지하며, NH_3와 CN^-까지 합하면 배위수는 6인 팔면체이다. $[M(en)_2ab]$형에서는 a와 b가 서로 마주 보는 trans형 1개와 이웃하는 cis형의 서로 거울상인 2개가 가능하여 입체 이성질체는 총 3개이다.

선지별 해설

① O. 착이온의 전하가 +2이므로 Co의 산화수를 x라 하면 $x-1=+2$이다. 따라서 Co의 산화수는 +3이다.

② X. 틀린 표현은 '입체 이성질체의 수는 4'이다. 실제로는 trans형 1개와 서로 거울상인 cis형 2개가 가능하므로 총 3개이다.

③ O. cis형의 두 구조는 서로 포개지지 않는 거울상 관계이므로 거울상 이성질체가 존재한다.

④ O. Co의 원자번호는 27이므로 중성 Co는 $[Ar]3d^74s^2$이다. 산화수 +3인 Co 이온은 4s 전자 2개와 3d 전자 1개를 잃어 $[Ar]3d^6$이 된다.

오답 포인트

②는 cis·trans 두 기하 이성질체만 세거나, cis형의 거울상 한 쌍을 빠뜨릴 때 틀리기 쉽다. 이 착물에서는 cis형이 광학 이성질체 한 쌍이므로 각각 따로 세어야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 대괄호 밖 이온으로 착이온의 전하를 정하고, 리간드 전하를 더해 중심 금속의 산화수를 구한다. 이어 두 자리 리간드 en은 배위 자리 두 개를 차지함을 반영하여 구조를 세며, cis형이 거울상 한 쌍인지 확인한다.

암기 포인트

$[M(en)_2ab]$형은 trans 1개 + cis 거울상 2개, 총 3개이다. 산화수 +3의 Co 이온은 d^6이다.

NoteBase

문 13. 다이보레인(B_2H_6)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 붕소는 sp^3 혼성을 한다.

② 붕소와 수소 사이의 결합 길이는 모두 같다.

③ 붕소 사이에서 다리 결합하고 있는 수소는 2개이다.

④ BH_3가 이합체를 형성한 것이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 다이보레인(B_2H_6)의 전자 부족 결합과 가교 수소 결합의 구조적 특징을 묻는 문제이다.

핵심 개념

다이보레인은 두 BH_3가 이합체를 이루며, 각 붕소에는 말단 수소 2개와 두 붕소 사이를 잇는 가교 수소 2개가 결합한다. 가교 부분은 B–H–B의 3중심 2전자 결합이고, 각 붕소 주변의 결합 배열은 대체로 사면체형으로 설명되어 sp^3 혼성으로 본다. 말단 B–H 결합과 가교 B–H 결합은 결합 방식과 길이가 서로 다르다.

선지별 해설

① O: 각 붕소는 말단 수소 2개와 가교 수소 2개에 의해 사면체형 결합 배열을 이루므로 sp^3 혼성으로 설명한다.

② X: '결합 길이는 모두 같다'가 틀린 표현이다. 실제로는 말단 B–H 결합과 가교 B–H 결합은 서로 다른 결합이며, 가교 B–H 결합이 더 길다.

③ O: B_2H_6에는 두 붕소 원자 사이를 함께 연결하는 가교 수소가 2개 존재한다.

④ O: BH_3는 전자가 부족하여 안정한 단독 분자로 존재하기보다 두 분자가 결합하여 B_2H_6 이합체를 형성한다.

오답 포인트

②는 분자식에 수소가 6개라는 점만 보고 모든 B–H 결합을 같다고 판단하게 만드는 선지이다. 다이보레인에는 말단 수소와 가교 수소가 공존하므로 두 종류의 B–H 결합을 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자 부족 보란의 이합체가 제시되면 먼저 가교 수소의 수와 B–H–B 3중심 2전자 결합의 존재를 확인한다. 이어서 말단 결합과 가교 결합은 같은 결합 길이가 아니라는 점으로 선지를 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

B_2H_6 = 말단 H 4개 + 가교 H 2개, 모든 B–H 결합의 길이는 같지 않다.

NoteBase

문 14. n-펜테인(n-pentane)과 2,2-다이메틸프로페인(2,2-dimethylpropane)의 분자식이 동일하지만, n-펜테인의 끓는점이 2,2-다이메틸프로페인보다 높은 이유는?

① n-펜테인이 2,2-다이메틸프로페인보다 큰 분산력을 갖기 때문이다.

② n-펜테인은 극성 분자이고, 2,2-다이메틸프로페인은 비극성 분자이기 때문이다.

③ n-펜테인 분자가 2,2-다이메틸프로페인 분자보다 작은 표면적을 갖기 때문이다.

④ n-펜테인은 수소 결합을 하지만, 2,2-다이메틸프로페인은 수소 결합을 하지 않기 때문이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 같은 분자식의 알케인 이성질체에서 분자 모양에 따른 런던 분산력과 끓는점의 차이를 묻는다.

핵심 개념

n-펜테인은 탄소 사슬이 길게 펼쳐진 비극성 알케인이고, 2,2-다이메틸프로페인은 가지가 많이 친 구형에 가까운 비극성 알케인이다.
두 물질 모두 비극성 분자이므로 주된 분자 간 힘은 런던 분산력이다. n-펜테인은 분자끼리 접촉할 수 있는 표면적이 더 커 분산력이 더 강하고, 따라서 끓는점도 더 높다.

선지별 해설

① O. n-펜테인은 가지친 2,2-다이메틸프로페인보다 표면적과 분자 간 접촉 면적이 커 런던 분산력이 더 강하다. 더 큰 분산력을 끊는 데 더 많은 에너지가 필요하므로 끓는점이 높다.

② X. 틀린 표현은 ‘n-펜테인은 극성 분자’이다. 실제로는 n-펜테인과 2,2-다이메틸프로페인은 모두 탄화수소로서 비극성 분자이다.

③ X. 틀린 표현은 ‘작은 표면적’이다. 실제로는 n-펜테인이 더 길게 펼쳐져 2,2-다이메틸프로페인보다 큰 유효 표면적과 접촉 면적을 가진다.

④ X. 틀린 표현은 ‘n-펜테인은 수소 결합을 한다’이다. 실제로는 두 물질 모두 O, N, F에 결합한 H가 없어 수소 결합을 하지 않는다.

오답 포인트

②와 ④는 탄화수소라는 공통점을 놓치고 극성이나 수소 결합의 차이로 판단하게 하는 함정이다. ③은 가지친 분자가 더 조밀하여 표면적과 분산력이 작아진다는 관계를 반대로 제시한 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

같은 분자식의 비극성 이성질체는 먼저 가지침 정도를 비교한다. 사슬이 길고 덜 가지친 분자일수록 접촉 면적이 커져 분산력이 강하고 끓는점이 높아진다.

암기 포인트

비극성 이성질체는 '덜 가지침 → 더 큰 접촉 면적 → 더 강한 분산력 → 더 높은 끓는점'이다.

NoteBase

문 15. 다음은 수소와 질소로부터 암모니아가 생성되는 반응이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$3H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g) \qquad \Delta H^\circ = -92\text{kJ}$

① 이 반응은 발열 반응이다.

② 암모니아 기체의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)는 -46kJ이다.

③ 반응 경로가 변하면 표준 반응 엔탈피(ΔH°)도 변한다.

④ 수소 기체 6mol이 질소 기체 2mol과 반응할 때 표준 반응 엔탈피는 -184kJ이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 표준 반응 엔탈피의 부호, 생성 엔탈피와의 관계, 반응 경로의 독립성, 반응량에 따른 엔탈피 변화의 비례성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

표준 반응 엔탈피는 표준 상태에서 반응식의 계수대로 반응할 때의 엔탈피 변화이다. 엔탈피는 상태 함수이므로 출발 상태와 최종 상태가 같으면 반응 경로와 무관하다.
주어진 반응식은 $3H_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$이고, 반응식 1회분의 ΔH°는 -92kJ이다. 따라서 $NH_3(g)$ 1 mol의 표준 생성 엔탈피는 -46kJ이며, 반응량이 2배이면 전체 엔탈피 변화도 2배이다.

선지별 해설

① O. ΔH°가 -92kJ로 음수이므로 계에서 열이 방출되는 발열 반응이다.

② O. $NH_3(g)$ 2 mol 생성에 대한 엔탈피 변화가 -92kJ이므로, 1 mol의 표준 생성 엔탈피는 -46kJ이다.

③ X. 틀린 표현은 '반응 경로가 변하면'이다. 엔탈피는 상태 함수이므로 반응 경로가 달라도 출발 상태와 최종 상태가 같으면 표준 반응 엔탈피는 변하지 않는다.

④ O. H_2 6 mol과 N_2 2 mol은 주어진 반응식의 정확히 2배이다. 따라서 전체 표준 반응 엔탈피 변화는 $2 \times (-92\text{kJ}) = -184\text{kJ}$이다.

오답 포인트

③은 실제 반응에서 거치는 경로나 단계가 달라지면 열의 출입도 달라질 수 있다고 생각하게 만드는 선지이다. 그러나 초기 상태와 최종 상태가 정해지면 전체 엔탈피 변화는 경로에 의존하지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응 엔탈피 문제에서는 먼저 부호로 발열·흡열을 판단하고, 반응식 계수가 몇 배인지 확인하여 전체 엔탈피 변화를 같은 비율로 계산한다. 이어서 '경로에 따라 변한다'는 표현이 나오면 엔탈피가 상태 함수임을 적용한다.

암기 포인트

엔탈피는 상태 함수라 경로와 무관하고, 반응식 계수를 2배 하면 전체 엔탈피 변화도 2배이다.

NoteBase

문 16. C_5H_{10}**에 대한 구조 이성질체의 IUPAC 명명법으로 옳지 않은 것은?**

① 2-methyl-2-butene

② 2-methyl-1-butene

③ 3-methyl-1-butene

④ 3-methyl-2-butene

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 탄소 수 5개의 알켄 구조 이성질체를 IUPAC 규칙에 따라 명명할 때, 이중결합 위치와 치환기 위치에 부여하는 번호의 우선순위를 묻는 문제이다.

핵심 개념

알켄의 주사슬은 이중결합을 포함하는 가장 긴 사슬로 정하고, 번호는 이중결합의 위치 번호가 가장 작아지도록 매긴다. 이중결합 위치 번호가 양쪽에서 같으면 치환기의 위치 번호가 더 작아지는 방향을 선택한다.

선지별 해설

① O: 2-methyl-2-butene은 CH_3-C(CH_3)=CH-CH_3 구조이다. 이중결합은 2번, 메틸기는 2번 탄소에 있으므로 이름이 옳다.

② O: 2-methyl-1-butene은 CH_2=C(CH_3)-CH_2-CH_3 구조이다. 이중결합이 1번 탄소에서 시작하고 메틸기가 2번 탄소에 있으므로 이름이 옳다.

③ O: 3-methyl-1-butene은 CH_2=CH-CH(CH_3)-CH_3 구조이다. 이중결합에 가장 작은 번호를 주면 1번이 되고, 메틸기는 3번 탄소에 있으므로 이름이 옳다.

④ X: 3-methyl-2-butene에서는 이중결합의 위치 번호가 어느 방향에서나 2번으로 같다. 이때 메틸기 번호가 더 작은 방향을 택해야 하므로 3번이 아니라 2번이 된다. 틀린 표현은 ‘3-methyl’이며, 올바르게는 2-methyl-2-butene이다.

오답 포인트

④처럼 이중결합 위치 번호가 양쪽에서 모두 2가 되면 번호 매기기가 끝난 것이 아니다. 치환기 번호를 비교하여 3보다 2가 작은 방향을 선택해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 이중결합이 포함된 최장 사슬을 정한 뒤 이중결합 번호를 가장 작게 만든다. 이중결합 번호가 동률이면 메틸기와 같은 치환기의 번호가 더 작아지는 쪽을 선택한다.

암기 포인트

알켄은 이중결합 번호가 먼저이고, 동률이면 치환기 번호가 먼저이다.

NoteBase

문 17. 벤젠 C_6H_6에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 치환반응이 주로 일어난다.

② 각 탄소 원자는 sp^2 혼성을 한다.

③ 결합 길이가 서로 다른 두 종류의 탄소-탄소 결합이 있다.

④ 모든 원자는 한 평면에 있고, 결합각은 120 °이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 벤젠의 방향족성으로 인한 결합의 등가성과 각 탄소 원자의 sp^2 혼성, 평면 구조를 묻는 문제이다.

핵심 개념

벤젠은 6개의 탄소가 고리 모양으로 연결된 방향족 화합물이며, 각 탄소의 혼성화되지 않은 p 오비탈 전자가 고리 전체에 비편재화되어 있다. 따라서 모든 탄소-탄소 결합은 단일 결합과 이중 결합의 중간 성질을 가지며 길이가 같다. 각 탄소는 sp^2 혼성으로 삼각평면형 배열을 이루므로 분자는 평면이고 결합각은 약 120°이다.

선지별 해설

① O. 벤젠은 방향족 안정성을 유지하려 하므로 첨가반응보다 치환반응이 주로 일어난다.

② O. 벤젠의 각 탄소 원자는 세 개의 σ 결합을 만들기 위해 sp^2 혼성화한다. 남은 p 오비탈은 π 전자의 비편재화에 참여한다.

③ X. 틀린 표현은 '결합 길이가 서로 다른 두 종류'이다. 실제로는 π 전자가 고리 전체에 비편재화되어 모든 탄소-탄소 결합의 결합차수는 평균 1.5이고, 결합 길이는 모두 같다.

④ O. 각 탄소가 sp^2 혼성인 삼각평면형 구조이므로 탄소와 수소를 포함한 모든 원자는 한 평면에 있고, 결합각은 약 120°이다.

오답 포인트

케쿨레 구조식에는 단일 결합과 이중 결합이 번갈아 그려지지만, 이는 공명구조의 표현일 뿐 실제 벤젠에 두 종류의 탄소-탄소 결합이 존재한다는 뜻은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

벤젠 고리에서 단일·이중 결합이 교대로 그려져도 실제 구조는 공명 혼성체임을 먼저 적용한다. 이어서 모든 탄소가 sp^2 혼성이라는 점에서 평면 구조, 약 120°의 결합각, 같은 탄소-탄소 결합 길이를 판단한다.

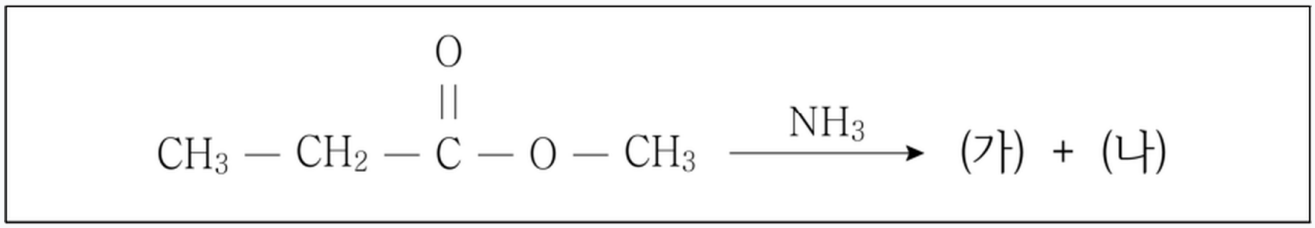
NoteBase

암기 포인트

벤젠은 sp^2 평면 고리이며, 공명 때문에 탄소-탄소 결합은 모두 같고 치환반응이 주반응이다.

NoteBase

문 18. 다음 반응의 두 가지 주생성물을 바르게 나열한 것은?



① (가) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$ (나) CH_3-CH_2-OH

② (가) $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$ (나) CH_3-OH

③ (가) $CH_3-CH_2-NH_2$ (나) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$

④ (가) $CH_3-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$ (나) CH_3-CH_3

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 에스터가 암모니아와 반응할 때 생성되는 아마이드와 알코올을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

에스터는 카복실산의 -OH가 -OR로 바뀐 화합물이다. 에스터에 암모니아가 반응하면 -OR 부분은 알코올로, 카보닐을 포함한 아실 부분은 아마이드로 바뀐다.
CH3CH2COOCH3의 아실 부분은 CH3CH2CO-이고 알콕시 부분은 -OCH3이므로, 생성물은 CH3CH2CONH2와 CH3OH이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: (가)의 CH3CONH2는 아세트아마이드로, 출발 에스터의 아실 부분 CH3CH2CO-에서 탄소 수가 하나 줄었다. (나)의 CH3CH2OH도 메틸 에스터의 -OCH3 부분에서 나올 수 없다. 틀린 표현 → (가)는 CH3CH2CONH2, (나)는 CH3OH이다.
② O: 메틸 프로피오네이트 CH3CH2COOCH3가 NH3와 반응하면 프로피온아마이드 CH3CH2CONH2와 메탄올 CH3OH가 생성된다.
③ X: CH3CH2NH2는 에틸아민이고, CH3COOH는 아세트산이다. 이 반응은 에스터의 아실 치환 반응이므로 아민과 카복실산이 생성물이 아니다. 틀린 표현 → (가)는 프로피온아마이드 CH3CH2CONH2, (나)는 메탄올 CH3OH이다.
④ X: CH3OCONH2는 메틸 카바메이트에 해당하며 출발물질의 프로피오닐 부분과 맞지 않는다. CH3CH3도 이 반응에서 생성되지 않는다. 틀린 표현 → (가)는 CH3CH2CONH2, (나)는 CH3OH이다.

오답 포인트

에스터의 양쪽 탄소 사슬을 한 생성물에 임의로 섞는 것이 함정이다. 카보닐 쪽 CH3CH2CO-는 아마이드에 남고, 메톡시 쪽 -OCH3은 메탄올이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

에스터 RCOOR′와 암모니아의 반응은 RCONH2와 R′OH의 형태로 나눈다. 먼저 카보닐에 붙은 RCO-를 찾아 아마이드를 만들고, 산소 뒤의 R′를 찾아 알코올을 정한다.

암기 포인트

에스터 + NH3 → 아마이드 + 알코올: RCOOR′ → RCONH2 + R′OH이다.

NoteBase

문 19. 다음 중 C = O이 없는 작용기는?

① 에터(ether)

② 에스터(ester)

③ 케톤(ketone)

④ 알데하이드(aldehyde)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 에터·에스터·케톤·알데하이드의 작용기에서 카보닐기 C = O의 포함 여부를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

에터는 산소 원자가 두 탄소기 사이를 단일 결합으로 잇는 R − O − R′ 작용기이며 카보닐기가 없다.
에스터는 R − C(= O) − O − R′, 케톤은 R − C(= O) − R′, 알데하이드는 R − C(= O)H 구조이므로 모두 카보닐기를 가진다.
구별 기준은 산소가 단일 결합만 하는지, 또는 탄소와 이중 결합한 C = O가 있는지이다.

선지별 해설

① O: 에터는 R − O − R′ 구조로, 산소는 두 탄소와 단일 결합한다. C = O 이중 결합이 없으므로 카보닐기가 없다.
② X: 틀린 표현은 에스터에 카보닐기가 없다는 판단이다. 에스터는 R − C(= O) − O − R′ 구조이므로 C = O를 포함한다.
③ X: 틀린 표현은 케톤에 카보닐기가 없다는 판단이다. 케톤은 두 탄소기 사이의 C = O를 갖는 R − C(= O) − R′ 작용기이다.
④ X: 틀린 표현은 알데하이드에 카보닐기가 없다는 판단이다. 알데하이드는 말단의 −CHO, 즉 R − C(= O)H 구조를 가진다.

오답 포인트

에터와 에스터는 모두 산소를 포함하지만, 에스터에는 C = O가 추가되어 있다는 점이 함정이다. 케톤과 알데하이드는 카보닐 탄소에 결합한 치환기가 서로 다르지만 둘 다 카보닐 화합물이다.

다시 나오면 이렇게 판단

작용기 구조에서 탄소와 산소의 이중 결합 C = O를 먼저 찾는다. 이 결합이 있으면 카보닐 화합물이고, R − O − R′처럼 산소의 단일 결합만 있으면 에터이다.

NoteBase

암기 포인트

에터는 C = O 없음, 에스터·케톤·알데하이드는 C = O 있음이다.

NoteBase

문 20. 격자 에너지(lattice energy)는 이온성 고체를 각 기체 이온으로 분해하는 데 필요한 에너지이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 격자 에너지는 양의 값을 갖는다.

② 이온 전하의 크기가 증가할수록 격자 에너지는 커진다.

③ KF, NaF, LiF의 격자 에너지 크기는 KF < NaF < LiF이다.

④ LiCl, LiBr, LiI의 격자 에너지 크기는 LiCl < LiBr < LiI이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이온성 고체를 기체 이온으로 분리하는 데 필요한 격자 에너지와, 이를 결정하는 이온 전하 및 이온 사이 거리의 관계를 묻는다.

핵심 개념

격자 에너지는 이온성 고체 1몰을 서로 떨어진 기체 양이온과 음이온으로 분리하는 데 필요한 에너지이다. 따라서 이 정의를 쓸 때 격자 에너지는 양의 값으로 나타낸다.
격자 에너지의 크기는 이온 전하의 곱이 클수록, 두 이온의 중심 사이 거리(대체로 이온 반지름의 합)가 작을수록 커진다. 전하가 같은 계열에서는 이온 반지름이 작은 이온을 포함한 염의 격자 에너지가 더 크다.

선지별 해설

① O: 고체 격자를 기체 이온으로 분리하려면 이온 사이의 정전기적 인력을 이겨야 하므로 에너지가 필요하다. 문제에서 정의한 격자 에너지는 양의 값이다.
② O: 이온 전하의 크기가 커지면 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력이 강해진다. 따라서 격자 에너지는 커진다.
③ O: KF, NaF, LiF는 이온 전하가 모두 동일하다. 양이온 반지름은 $K^+ > Na^+ > Li^+$이므로 이온 사이 거리는 KF > NaF > LiF이고, 격자 에너지는 KF < NaF < LiF이다.
④ X: 틀린 표현은 "LiCl < LiBr < LiI"이다. Li^+가 공통이고 음이온 반지름은 $Cl^- < Br^- < I^-$이므로 이온 사이 거리는 LiCl < LiBr < LiI이다. 따라서 격자 에너지는 반대로 LiCl > LiBr > LiI이다.

오답 포인트

③과 ④ 모두 전하가 같은 1가 이온들끼리의 비교이므로 반지름만 비교하면 된다. ④에서 음이온 반지름이 커지는 순서와 격자 에너지의 크기 순서를 같은 방향으로 잘못 연결하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 이온 전하의 크기를 비교한다. 전하가 같으면 양이온과 음이온의 반지름 합이 작은 염일수록 이온 사이 거리가 짧아져 격자 에너지가 더 크다고 판단한다.

암기 포인트

전하↑, 거리↓ → 격자 에너지↑이다. 같은 전하이면 작은 이온 조합일수록 격자 에너지가 크다.

NoteBase