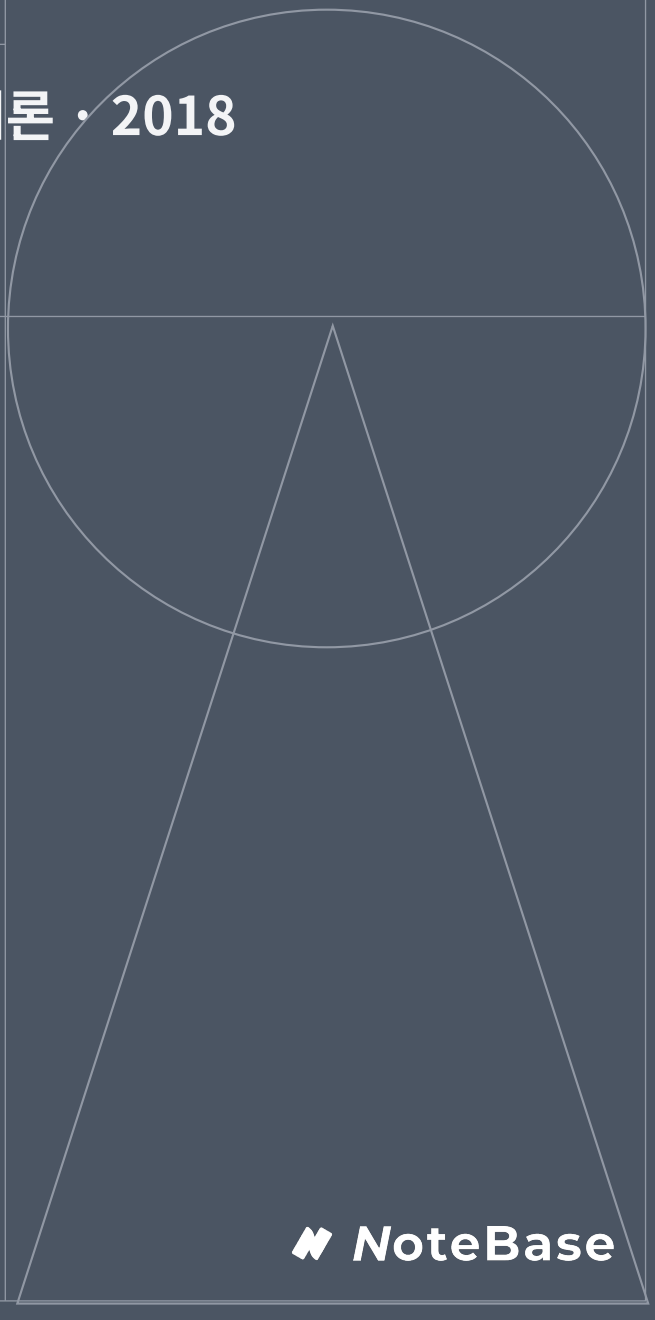
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 화학개론 · 2018



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 화학개론 · 2018

공무원/국가직/7급 · 화학개론 · 2018

문 1. 질량 백분율의 정의로 옳은 것은?

① 용질의 질량/용매의 질량 × 100%
② 용질의 질량/용액의 질량 × 100%
③ 용매의 질량/용질의 질량 × 100%
④ 용액의 질량/용질의 질량 × 100%

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 질량 백분율의 정의에서 분자와 분모를 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

질량 백분율은 용액 전체 질량 중에서 용질 질량이 차지하는 비율이다.
질량 백분율은 용질의 질량 / 용액의 질량 × 100%로 나타낸다.
용액은 용질과 용매를 합한 전체이고, 용매만을 분모에 두면 질량 백분율이 아니라 다른 비가 된다.

선지별 해설

① X: 분모가 용매의 질량이므로 질량 백분율의 정의가 아니다. 틀린 표현은 '용매의 질량'이다. 올바르게는 '용액의 질량'이어야 한다.
② O: 질량 백분율은 용질의 질량을 용액의 질량으로 나눈 뒤 100%를 곱한 값이므로 정의에 맞다.
③ X: 분자와 분모가 모두 잘못 배치되어 있다. 용매의 질량 / 용질의 질량은 질량 백분율이 아니다. 올바르게는 '용질의 질량 / 용액의 질량 × 100%'이다.
④ X: 용액의 질량 / 용질의 질량은 질량 백분율의 역수에 가까운 형태로, 백분율 정의가 아니다. 틀린 표현은 '용액의 질량 / 용질의 질량'이다. 올바르게는 '용질의 질량 / 용액의 질량'이다.

오답 포인트

분모에 용매를 넣거나 용질과 용액의 위치를 서로 바꾸는 함정이 자주 나온다. 질량 백분율은 항상 '전체인 용액'을 분모에 둔다는 점에서 정리된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

농도 정의 문제는 먼저 무엇을 분자로 두는지, 무엇을 전체로 두는지를 본다. 질량 백분율에서는 용질이 분자이고 용액 전체가 분모이면 정답이 된다.

암기 포인트

질량 백분율은 '용질 / 용액 × 100%'이다.

NoteBase

문 2. 어떤 금속 원소 M의 1차, 2차, 3차 이온화 에너지[kJ mol^{-1}]가 각각 735, 1445, 7730이다. M이 염소(Cl)와 형성하는 가장 안정한 화합물의 화학식은?

① MCl

② MCl_2

③ MCl_3

④ M_2Cl_6

정답 2번

출제 포인트

연속 이온화 에너지의 급격한 증가가 나타나는 지점으로 원자가전자 수와 가장 안정한 양이온 전하를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

연속 이온화 에너지는 전자를 하나씩 떼어 낼 때 필요한 에너지이다.
큰 도약이 나타나기 전까지 제거된 전자는 원자가전자이고, 큰 도약 이후부터는 내부 전자를 떼어 내기 시작한 것이다.
따라서 1차, 2차 이온화 에너지는 비교적 작고 3차 이온화 에너지에서 매우 크게 증가하면 M은 전자 2개를 잃어 M^{2+}가 되기 쉽다.

선지별 해설

① X: MCl은 M이 +1 이온을 만든다는 뜻이다. 이 문항에서는 3차 이온화 에너지에서 큰 도약이 있으므로 가장 안정한 이온은 M^{+}가 아니라 M^{2+}이다. 틀린 표현은 염소 1개만 결합한 전하비이다. 올바르게는 MCl2이다.
② O: 3차 이온화 에너지가 7730으로 급증하므로 M은 전자 2개를 잃은 M^{2+} 상태까지가 안정하다. 염소는 Cl^{-}이므로 전하 중성을 맞추면 화학식은 MCl2이다.
③ X: MCl3는 M이 +3 이온을 만든다는 뜻이다. 그런데 3번째 전자를 떼어 내는 데 매우 큰 에너지가 필요하므로 M^{3+} 형성은 가장 안정한 경우가 아니다. 틀린 표현은 M의 전하를 +3으로 본 점이다. 올바르게는 M이 +2가 되어 MCl2를 이룬다.
④ X: M2Cl6는 비율을 줄이면 MCl3와 같으므로 본질적으로 ③과 같은 +3 염화물이다. 3차 이온화 에너지가 지나치게 크므로 이런 조성은 가장 안정한 화합물로 보기 어렵다. 틀린 표현은 M:Cl 비를 1:3으로 잡은 점이다. 올바르게는 가장 단순한 전하비가 1:2인 MCl2이다.

오답 포인트

2차와 3차 이온화 에너지의 차이를 보지 않고 값의 크기만 대충 비교하면 MCl이나 MCl3처럼 임의의 전하를 고르기 쉽다. 이 문항의 함정은 절대값이 아니라 어디에서 큰 도약이 생기는지를 읽는 데 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

연속 이온화 에너지 문제는 급격한 증가가 처음 나타나는 바로 직전까지가 원자가전자 수라고 판단한다. 큰 도약이 2차 다음에 나오면 안정한 양이온은 M^{2+}이고, 음이온 전하와 맞춰 화학식을 정하면 된다.

암기 포인트

큰 도약 직전까지가 원자가전자 수이며, 이 문항은 2개이므로 안정한 염화물은 MCl2이다.

NoteBase

문 3. $27^\circ C$**에서 비전해질 A가 녹아 있는 수용액의 삼투압이 6.0 atm이다. 이 용액의 몰농도[M]는? (단,** $R = 0.080 L atm K^{-1} mol^{-1}$**이다)**

① 0.25

② 0.50

③ 0.75

④ 1.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 비전해질 수용액의 삼투압 식 $\pi = MRT$를 이용해 몰농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 삼투압 $\pi = 6.0 atm$, 기체상수 $R = 0.080 L atm K^{-1} mol^{-1}$, 온도 $27^\circ C = 300 K$이다.
구해야 할 값: 용액의 몰농도 M이다.
주의할 조건: 비전해질이므로 반트호프 인자 $i = 1$이다.

사용할 공식

사용할 공식은 $\pi = iMRT$이며, 비전해질이므로 $i = 1$이라서 $\pi = MRT$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 삼투압, 온도, 기체상수가 주어졌으므로 삼투압의 정의식을 바로 적용하면 몰농도를 구할 수 있다.

계산 과정

1. 온도를 절대온도로 바꾸면 $27^\circ C = 300 K$이다.
2. 식 $\pi = MRT$에서 $M = \pi/(RT)$로 정리한다.
3. $M = \frac{6.0}{0.080 \times 300} = \frac{6.0}{24} = 0.25$이므로 몰농도는 $0.25 M$이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $0.25 M$이므로 옳다.
② X: 0.50은 계산값의 2배로 틀리다. RT를 24가 아니라 12처럼 잘못 계산해야 나오는 값이며, 옳게는 몰농도가 $0.25 M$이다.
③ X: 0.75는 삼투압 식에 주어진 값을 대입한 결과와 맞지 않는다. 옳게는 몰농도가 $0.25 M$이다.
④ X: 1.0은 실제 계산값보다 4배 큰 값이어서 틀리다. 옳게는 몰농도가 $0.25 M$이다.

NoteBase

오답 포인트

섭씨온도 27을 그대로 쓰거나 비전해질 조건을 놓치면 식 적용이 흔들린다. 이 문항의 핵심 함정은 온도를 반드시 절대온도 300K로 바꾸어야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

삼투압 문제가 나오면 먼저 비전해질인지 전해질인지 확인하고, 온도를 절대온도로 바꾼 뒤 $\pi = iMRT$에 대입해 값을 구하면 된다.

암기 포인트

비전해질 삼투압은 $\pi = MRT$이고, 섭씨온도는 계산 전에 반드시 켈빈으로 바꾼다.

NoteBase

문 4. 원자에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전자의 전하는 $-1.60 \times 10^{-19} C$이다.

② 원자는 전자를 잃어 양이온이 된다.

③ 1 amu(atomic mass unit)는 $6.02 \times 10^{-23} g$이다.

④ 원자 질량의 대부분은 핵이 차지한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 원자의 기본 구성과 전하, 이온의 형성, 원자질량단위의 의미를 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

전자 전하는 전자가 가지는 기본 음전하로 약 $-1.60 \times 10^{-19} C$이다.
양이온은 원자가 전자를 잃어 양전하를 띠게 된 입자이다.
1 amu는 원자질량단위로, 탄소-12 원자 질량의 12분의 1에 해당하며 약 $1.66 \times 10^{-24} g$이다.
원자 질량은 전자보다 훨씬 무거운 양성자와 중성자가 있는 핵에 대부분 집중된다.

선지별 해설

1번 O: 전자 1개의 전하는 약 $-1.60 \times 10^{-19} C$이므로 옳다.
2번 O: 중성 원자가 전자를 잃으면 양전하가 남아 양이온이 되므로 옳다.
3번 X: 틀린 부분은 "1 amu는 $6.02 \times 10^{-23} g$이다"라는 수치이다. 실제로는 1 amu가 약 $1.66 \times 10^{-24} g$이고, 6.02×10^{23}은 1몰에 들어 있는 입자 수인 아보가드로 수이다.
4번 O: 원자에서 전자의 질량은 매우 작고, 양성자와 중성자가 모인 핵이 질량의 대부분을 차지하므로 옳다.

오답 포인트

3번은 amu의 크기와 아보가드로 수를 뒤섞으면 쉽게 속는다. 질량 단위인지, 입자 수를 세는 상수인지를 구분하지 못하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자 관련 기본문제는 전하의 부호, 전자를 잃고 얻을 때의 이온 종류, 질량단위와 몰 개념을 각각 분리해서 판단하면 된다. 수치가 나오면 그것이 전하량인지 질량인지 개수 상수인지를 먼저 확인한다.

암기 포인트

전자를 잃으면 양이온, 1 amu는 약 $1.66 \times 10^{-24} g$, 아보가드로 수는 6.02×10^{23}이다.

NoteBase

문 5. 중심 원자 주위에 전자쌍 5개를 갖는 분자의 기하 구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① SF_4의 분자 구조는 시소형이다.

② 삼각 쌍뿔형의 중심 원자 결합 수는 5이다.

③ XeF_2의 비공유 전자쌍 사이 각도는 120°이다.

④ 비공유 전자쌍 수는 시소형이 T-자형보다 많다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 중심 원자 주위에 전자쌍이 5개일 때의 전자영역 기하와 분자 모양을 VSEPR로 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

전자쌍이 5개이면 전자영역 기하는 삼각 쌍뿔형이다.
AX5는 삼각 쌍뿔형, AX4E는 시소형, AX3E2는 T-자형, AX2E3는 선형이다.
비공유 전자쌍은 반발을 줄이기 위해 삼각 쌍뿔형의 적도 자리를 먼저 차지한다.

선지별 해설

1번: O. SF4는 중심 S 주위에 결합 전자쌍 4개와 비공유 전자쌍 1개가 있는 AX4E형이므로 분자 모양은 시소형이다.
2번: O. 삼각 쌍뿔형 분자는 AX5형을 뜻하므로 중심 원자는 결합 5개를 가진다.
3번: O. XeF2는 AX2E3형으로 비공유 전자쌍 3개가 모두 적도 자리에 놓인다. 적도 자리끼리의 각도는 120도이므로 비공유 전자쌍 사이 각도는 120도이다.
4번: X. 틀린 표현은 "시소형이 T-자형보다 많다"이다. 시소형 AX4E의 비공유 전자쌍 수는 1개이고, T-자형 AX3E2의 비공유 전자쌍 수는 2개이므로 오히려 T-자형이 더 많다.

오답 포인트

시소형과 T-자형을 모두 전자쌍 5개 계열로만 기억하면 비공유 전자쌍 수를 뒤집어 판단하기 쉽다. 분자 모양 이름만 보지 말고 AXmEn 꼴로 바꿔서 E의 개수를 먼저 세어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자쌍 5개 문제는 먼저 삼각 쌍뿔형 전자영역 기하를 떠올린 뒤, 적도 자리에 비공유 전자쌍이 몇 개 들어가는지를 본다. 그다음 AX5, AX4E, AX3E2, AX2E3 순으로 결합 수와 분자 모양을 연결하면 선지를 빠르게 판별할 수 있다.

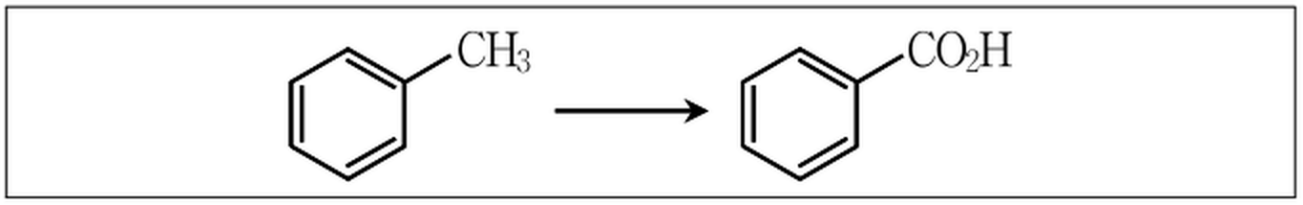
NoteBase

암기 포인트

전자쌍 5개는 삼각 쌍뿔형이고, E가 1개면 시소형, 2개면 T-자형, 3개면 선형이다.

NoteBase

문 6. 다음의 화학 반응을 가장 잘 일으키는 시약은?



① BH_3

② H_2O_2

③ $LiAlH_4$

④ $KMnO_4$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 도식에서 톨루엔의 곁사슬 $-CH_3$가 벤조산 $-CO_2H$로 바뀐다는 점을 보고, 알킬벤젠의 벤질 위치 산화를 가장 잘 일으키는 시약을 고르는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
BH_3는 대표적인 환원성 시약이자 하이드로보레이션에 쓰이는 시약이므로, 톨루엔의 메틸기를 카복실산으로 산화시키지 않는다. 틀린 표현은 "이 반응을 일으킨다"는 부분이며, 올바르게는 "BH_3는 주로 이중결합에 첨가하거나 환원 반응에 관여한다"이다.

② X
H_2O_2는 단독으로는 이런 벤질 메틸기의 강한 산화를 대표하지 않는다. 보통 BH_3와 함께 쓰여 알코올 생성 단계에 관여하거나 다른 산화 문맥에서 제한적으로 쓰인다. 틀린 표현은 "톨루엔을 벤조산으로 가장 잘 산화한다"는 부분이며, 올바르게는 "이 반응에는 강한 벤질 산화제가 필요하다"이다.

③ X
$LiAlH_4$는 매우 강한 환원제로, 카복실산이나 에스터 등을 알코올 쪽으로 환원시키는 방향의 시약이다. 산화 반응과 반대 성격이므로 그림의 변환을 일으키지 않는다. 틀린 표현은 "메틸기를 카복실산으로 바꾼다"는 부분이며, 올바르게는 "$LiAlH_4$는 산소 함유 작용기를 환원한다"이다.

④ O
$KMnO_4$는 강한 산화제로, 벤질 위치에 수소가 있는 알킬벤젠의 곁사슬을 끝까지 산화하여 카복실산으로 만든다. 톨루엔의 $-CH_3$가 $-CO_2H$로 바뀌는 대표 반응이므로 정답이다.

오답 포인트

선지 ②의 H_2O_2 때문에 산화제라는 말만 보고 고르기 쉽다. 이 문제의 핵심은 단순한 산화 여부가 아니라 알킬벤젠의 벤질 곁사슬을 카복실산까지 올리는 대표 시약이 무엇인지 구분하는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

벤젠 고리에 붙은 알킬기 $-R$가 $-CO_2H$로 바뀌는 도식이 보이면 먼저 벤질 위치 산화를 떠올리고, 대표 시약을 $KMnO_4$로 판단한다.

암기 포인트

알킬벤젠의 벤질 산화는 $KMnO_4$, $LiAlH_4$와 BH_3는 환원 쪽이라는 대비가 핵심이다.

NoteBase

문 7. $[Co(CN)_6]^{3-}$**에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① 정팔면체 구조이다.

② 코발트 이온의 산화수는 +3이다.

③ CN^-는 강한 장 리간드이다.

④ 상자기성이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 착이온의 구조, 금속의 산화수, 리간드의 장세기, 전자배치에 따른 자기성을 함께 판단할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

$[Co(CN)_6]^{3-}$는 배위수 6의 착이온이므로 기본 구조가 정팔면체이다.
CN^-는 강한 장 리간드이므로 팔면체장에서 큰 분리 에너지를 만든다.
이때 코발트는 Co^{3+}, 즉 d^6 상태이고 저스핀 $t_{2g}^6e_g^0$가 되어 홀전자가 없으므로 반자기성이다.

선지별 해설

1번 O: $[Co(CN)_6]^{3-}$는 리간드가 6개 결합한 착이온이므로 전형적인 정팔면체 구조이다.
2번 O: 리간드 6개의 전하 합은 -6이고 착이온 전체 전하는 -3이므로 코발트의 산화수는 +3이다.
3번 O: CN^-는 분광화학계열에서 강한 장 리간드에 속하므로 d 오비탈의 에너지 분리를 크게 만든다.
4번 X: 틀린 표현은 '상자기성'이다. 실제로는 Co^{3+}의 d^6 전자배치가 강한 장 리간드 CN^-와 만나 저스핀 $t_{2g}^6e_g^0$가 되므로 홀전자가 없어 반자기성이다.

오답 포인트

산화수 +3까지만 확인하고 자기성을 일반적인 전이금속 이온처럼 막연히 상자기성으로 처리하면 틀린다. 이 문항은 CN^-가 강한 장 리간드라는 점과 Co^{3+}의 d^6 전자배치를 연결해야 풀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

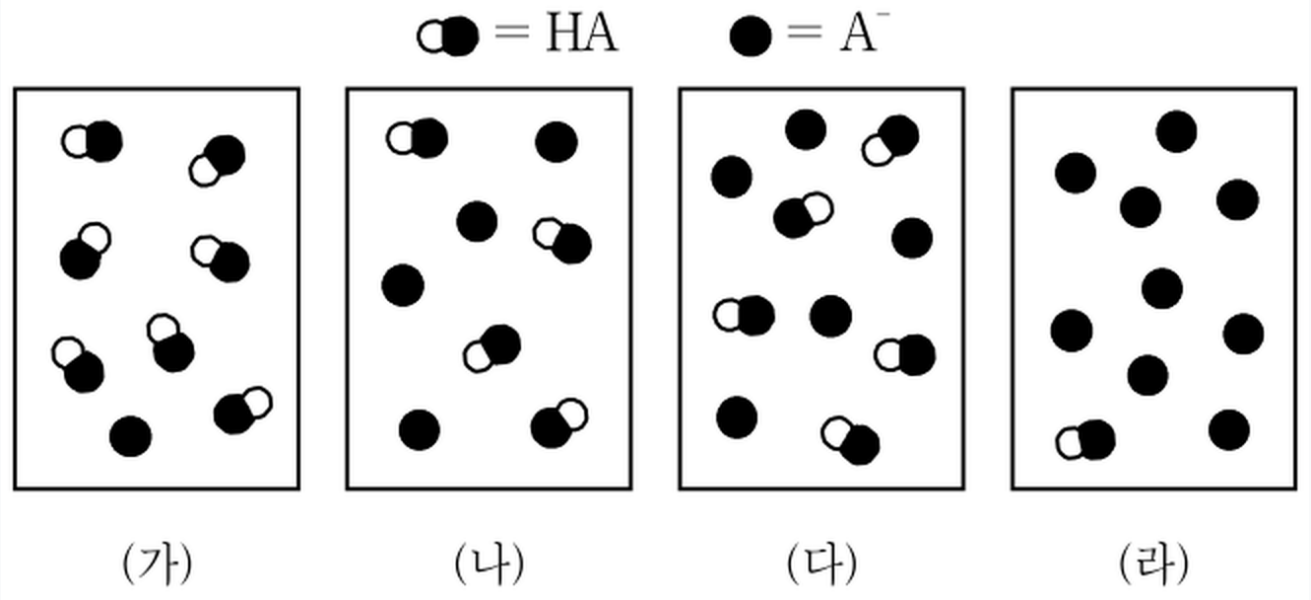
착물 문제는 전체 전하로 금속의 산화수를 먼저 계산하고, 리간드가 강한 장인지 약한 장인지 판정한 다음, 금속의 d 전자수와 홀전자 수를 따져 자기성을 결정한다.

암기 포인트

Co^{3+}의 d^6 팔면체 착물에 CN^-가 붙으면 저스핀, 홀전자 0, 반자기성이다.

NoteBase

문 8. 그림은 어떤 약산(HA)과 짝염기(A^-)로 구성된 완충 용액 (가) ~ (라)의 초기 농도를 모형으로 나타낸 것이다. (가) ~ (라) 중 완충 용량이 가장 큰 용액은? (단, 용액의 온도와 부피는 모두 같다)



① (가)

② (나)

③ (다)

④ (라)

정답 3번

출제 포인트

완충 용량(buffer capacity)은 용액에 산이나 염기를 조금 넣었을 때 pH가 변하는 정도에 저항하는 능력을 뜻한다. 이 문제는 도식에서 약산 HA와 짝염기 A^-의 비율과 전체 입자 수를 함께 보고 완충 용량이 가장 큰 용액을 판단하는 문제이다. 완충 용량은 [HA]와 $[A^-]$가 모두 크고 서로 비슷할수록 커지며, 정량적으로는 $\beta \propto \frac{[HA][A^-]}{[HA]+[A^-]}$ 형태로 두 성분 농도의 곱에 비례하는 경향을 보인다(반 슬라이크 식).

NoteBase

선지별 해설

① X
(가)에는 HA가 7개, A^-가 1개 들어 있어 약산 쪽으로 크게 치우쳐 있다. 완충 용량은 두 성분이 함께 충분히 있어야 커지므로, 짝염기 A^-가 거의 없는 (가)는 최댓값이 될 수 없다.
틀린 판단이다. 완충 용량이 가장 큰 것은 HA와 A^-가 비슷한 양이면서 전체 농도도 큰 (다)이다.
② X
(나)에는 HA가 4개, A^-가 4개로 비율은 1:1에 가까워 조건이 좋지만, 전체 입자 수가 8개로 (다)의 10개보다 적다. 부피가 같으므로 총농도가 더 작은 만큼 완충 용량도 (다)보다 작다.
틀린 판단이다. 비율이 비슷하더라도 총농도가 더 큰 (다)가 더 유리하다.
③ O
(다)에는 HA가 5개, A^-가 5개로 두 성분의 양이 거의 같고 전체 입자 수도 10개로 가장 많다. 완충 용량은 [HA]와 $[A^-]$가 모두 크고 서로 비슷할수록 커지므로, 균형과 총농도를 모두 만족하는 (다)가 가장 크다. 곱에 비례하는 척도 $\frac{[HA][A^-]}{[HA]+[A^-]}$로 비교해도 (가)는 약 0.9, (나)는 2.0, (다)는 2.5, (라)는 약 0.9로 (다)가 최대이다.
④ X
(라)에는 HA가 1개, A^-가 9개로 전체 입자 수는 10개로 많지만 대부분이 짝염기 A^-이고 HA가 거의 없다. 한쪽 성분만 많은 용액은 첨가되는 산은 어느 정도 막아도 염기를 완충하기 어려워 완충 용량이 작다.
틀린 판단이다. 완충 용량이 가장 큰 것은 한쪽으로 치우친 (라)가 아니라 균형 잡힌 (다)이다.

오답 포인트

총농도만 보고 (라)를 고르거나, 비율만 보고 (나)와 (다)를 비슷하게 보는 경우가 많다. 완충 용량은 [HA]와 $[A^-]$가 모두 충분히 커야 하고, 두 성분의 양도 서로 비슷해야 한다. 전체 입자 수가 같은 (다)와 (라)를 비교하면, 균형이 무너진 (라)보다 1:1에 가까운 (다)의 완충 용량이 더 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 HA와 A^-가 비슷한지 확인한 뒤, 그 후보들 중 전체 입자 수가 더 많은 쪽을 고르는 것이 적절하다. 즉 비율과 총농도를 함께 비교하여 판단한다.

암기 포인트

완충 용량이 최대가 되는 조건은 [HA]와 $[A^-]$가 거의 1:1이고 둘의 총농도가 큰 경우이다. 정량적으로 완충 용량은 $\frac{[HA][A^-]}{[HA]+[A^-]}$에 비례하므로, 두 농도가 같고 클수록 커진다.

NoteBase

문 9. 제시된 수의 유효숫자 개수를 바르게 묶은 것은?

ㄱ. 0.02230
ㄴ. 2.0003
ㄷ. 0.102
ㄹ. 3.200×10^3

① ㄱ: 3, ㄴ: 2, ㄷ: 4, ㄹ: 4
② ㄱ: 3, ㄴ: 5, ㄷ: 3, ㄹ: 2
③ ㄱ: 4, ㄴ: 5, ㄷ: 3, ㄹ: 4
④ ㄱ: 4, ㄴ: 2, ㄷ: 4, ㄹ: 2

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 앞의 0, 사이의 0, 소수점 뒤 끝자리 0, 그리고 지수 표기에서 유효숫자를 어떻게 세는지를 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

유효숫자는 측정값의 신뢰할 수 있는 자리수이다.
앞에 붙은 0은 유효숫자에 포함되지 않고, 0이 두 유효한 숫자 사이에 있으면 포함되며, 소수점 오른쪽에서 마지막에 붙은 0은 포함된다.
지수 표기 $a \times 10^n$에서는 10^n이 아니라 계수 a의 자리수만 유효숫자를 결정한다.
이 문항의 실제 개수는 ㄱ 4개, ㄴ 5개, ㄷ 3개, ㄹ 4개이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ을 3개로 본 것이 틀리다. 0.02230에서 앞의 0들은 세지 않지만 2, 2, 3과 마지막 0은 유효하므로 4개이다.
틀린 표현은 "ㄱ 3"이다. 올바르게는 "ㄱ 4"이다.

② X
ㄱ을 3개, ㄹ을 2개로 본 것이 틀리다. 0.02230은 4개이고, 3.200 × 10^3은 계수 3.200의 자리수만 세므로 4개이다.
틀린 표현은 "ㄱ 3, ㄹ 2"이다. 올바르게는 "ㄱ 4, ㄹ 4"이다.

③ O
ㄱ 4, ㄴ 5, ㄷ 3, ㄹ 4로 모두 맞다. 2.0003은 가운데 0들도 모두 유효하여 5개이고, 0.102는 앞의 0을 빼고 1, 0, 2를 세어 3개이다.

④ X
ㄴ을 2개, ㄷ을 4개, ㄹ을 2개로 본 것이 틀리다. 2.0003은 5개, 0.102는 3개, 3.200 × 10^3은 4개이다.
틀린 표현은 "ㄴ 2, ㄷ 4, ㄹ 2"이다. 올바르게는 "ㄴ 5, ㄷ 3, ㄹ 4"이다.

오답 포인트

앞의 0과 소수점 뒤 끝의 0을 같은 방식으로 처리하면 틀리기 쉽다. 특히 0.02230의 마지막 0은 측정 정밀도를 나타내므로 유효하지만, 맨 앞의 0들은 자리만 맞추는 0이라 유효하지 않다. 또 3.200 × 10^3에서 10^3의 0까지 세는 착각도 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

숫자를 보면 먼저 앞자리의 0은 버리고, 가운데 낀 0과 소수점 뒤 끝의 0은 살린다. 지수 표기가 나오면 지수부는 무시하고 계수만 보고 유효숫자를 세면 된다.

암기 포인트

앞의 0은 제외, 사이의 0과 소수 끝 0은 포함, 지수 표기는 계수만 판단한다.

NoteBase

문 10. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$**에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① 적외선 스펙트럼에서 $1710cm^{-1}$ 근처의 강하고 좁은 피크는 C=O 때문이다.

② 적외선 스펙트럼에서 $2500 \sim 3500cm^{-1}$ 근처의 강하고 넓은 피크는 C-C 때문이다.

③ $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$은 $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$보다 강산이다.

④ $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$은 CH_3COOH보다 끓는점이 높다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 카복실산의 작용기별 적외선 흡수와 카복실산의 산성도·끓는점 성질을 함께 구별하는 문제이다.

핵심 개념

카복실산은 –COOH 작용기를 가진 화합물로, 적외선 스펙트럼에서 $C=O$는 약 $1710cm^{-1}$ 부근의 강한 피크로 나타나고, O–H는 수소 결합 때문에 약 $2500 \sim 3500cm^{-1}$에서 매우 넓게 나타난다.
알코올은 O–H를 가지지만 카복실산 음이온처럼 공명 안정화를 받지 못하므로 카복실산보다 훨씬 약한 산이다.
카복실산끼리는 모두 수소 결합을 잘하므로 탄소수가 큰 카복실산일수록 분산력이 커져 끓는점이 더 높아진다.

선지별 해설

① O: 카복실산의 $C=O$ 신축 진동은 보통 약 $1710cm^{-1}$ 부근에서 강하게 나타난다. 카보닐기의 피크는 뚜렷하고 강한 편이므로 옳은 설명이다.
② X: 틀린 부분은 "$2500 \sim 3500cm^{-1}$ 근처의 강하고 넓은 피크는 C-C 때문이다"라는 표현이다. 이 넓은 피크는 카복실산 O–H의 신축 진동 때문에 나타난다. 올바르게는 "적외선 스펙트럼에서 $2500 \sim 3500cm^{-1}$ 근처의 강하고 넓은 피크는 수소 결합한 O–H 때문이다"이다.
③ O: $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$는 카복실산이고 $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$는 알코올이다. 카복실산은 해리 후 생성되는 카복실레이트 음이온이 공명으로 안정화되므로 알코올보다 강산이다.
④ O: $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$와 CH_3COOH는 모두 카복실산이라 수소 결합을 하지만, 전자가 탄소 사슬이 더 긴 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$가 분자량과 분산력이 더 커서 끓는점이 더 높다.

오답 포인트

카복실산의 넓은 O–H 흡수 대역을 단일 결합 C-C 흡수로 착각하기 쉽다. 이 문항은 "넓은 피크"라는 표현을 보고 O–H를 떠올리는지, 아니면 단순히 결합 종류만 보고 오판하는지를 묻는 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

카복실산 문제에서는 먼저 –COOH 작용기를 기준으로 본다. 적외선에서는 $1710 cm^{-1}$ 부근의 강한 피크를 $C=O$, $2500 \sim 3500 cm^{-1}$의 매우 넓은 피크를 O–H로 연결하면 된다. 성질 비교에서는 카복실산은 알코올보다 산성이 크고, 같은 카복실산끼리는 탄소수가 커질수록 끓는점이 높아진다고 판단한다.

암기 포인트

카복실산은 $1710 cm^{-1}$의 $C=O$, $2500 \sim 3500 cm^{-1}$의 넓은 O–H, 알코올보다 강한 산, 짧은 사슬보다 높은 끓는점을 가진다.

NoteBase

문 11. 화학 반응 $A \rightarrow P$는 0차 반응이다. 농도 $[A]$를 시간 (t)에 따라 측정하였을 때 직선 관계에 있는 것은? ($[A]_0$는 A의 초기 농도이다)

① $\frac{1}{[A]}$ 대 t
② $\frac{1}{[A]^2}$ 대 t
③ $\ln \frac{[A]}{[A]_0}$ 대 t
④ $[A]$ 대 t

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 반응 차수별 적분 속도식을 이용해 어떤 양을 시간 t에 대해 그리면 직선이 되는지를 구분하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 반응 $A \rightarrow P$가 0차 반응이라는 점이다.
0차 반응의 속도식은 $-\frac{d[A]}{dt} = k$이다.
적분하면 $[A] = [A]_0 - kt$가 되므로 $[A]$를 t에 대해 그리면 기울기 $-k$, 절편 $[A]_0$인 직선이 된다.

사용할 공식

0차 반응의 적분식은 $[A] = [A]_0 - kt$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 반응 차수가 이미 0차라고 주어졌기 때문이다. 0차 반응은 농도가 시간에 따라 일정한 비율이 아니라 일정한 양만큼 감소하므로 $[A]$와 t가 일차식 관계가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
$\frac{1}{[A]}$ 대 t가 직선이 되는 것은 2차 반응의 적분식 $\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$에 해당한다. 잘못된 부분은 `1/[A] 대 $t$`를 0차 반응의 직선 관계로 본 점이며, 올바르게는 2차 반응에서의 직선화 방법이다.

② X
$\frac{1}{[A]^2}$ 대 t는 0차 반응의 표준 직선화 관계가 아니다. 잘못된 부분은 `$1/[A]^2$ 대 $t$`라는 대응 자체이며, 0차 반응에서는 $[A] = [A]_0 - kt$를 써서 $[A]$ 대 t를 본다.

③ X
$\ln\left(\frac{[A]}{[A]_0}\right) = -kt$는 1차 반응에서 직선이 되는 관계이다. 잘못된 부분은 `$\ln([A]/[A]_0)$ 대 $t$`를 0차 반응에 적용한 점이며, 올바르게는 1차 반응의 직선화 식이다.

④ O
0차 반응은 $[A] = [A]_0 - kt$이므로 $[A]$를 t에 대해 그리면 직선이 된다. 따라서 ④가 옳다.

오답 포인트

반응 차수별 직선화 식을 서로 바꾸어 외우면 쉽게 틀린다. 특히 0차는 $[A]$ 대 t, 1차는 $\ln[A]$ 또는 $\ln([A]/[A]_0)$ 대 t, 2차는 $1/[A]$ 대 t라는 대응을 섞기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응 차수가 보이면 먼저 그 차수의 적분 속도식을 쓴 뒤, 식이 $y = ax + b$ 꼴이 되도록 왼쪽 변수만 남긴다. 0차 반응은 $[A] = [A]_0 - kt$이므로 바로 $[A]$ 대 t가 직선이라고 판단할 수 있다.

암기 포인트

0차는 $[A]$, 1차는 $\ln[A]$, 2차는 $1/[A]$를 t에 대해 그리면 직선이 된다.

NoteBase

문 12. 다음의 정보를 이용하여 $2N_2 + 4O_2 \rightleftharpoons 4NO_2$ 반응의 평형 상수를 구하면? (단, 모든 반응은 25°C에서 일어난다)

◯ $2N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2N_2O, K_1 = 10$
◯ $2N_2O + 3O_2 \rightleftharpoons 4NO_2, K_2 = 5$

① 0.5
② 2
③ 50
④ 100

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 여러 반응식을 더해 전체 반응식을 만든 뒤 평형상수는 더하지 않고 곱한다는 원리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- $2N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2N_2O, K_1 = 10$
- $2N_2O + 3O_2 \rightleftharpoons 4NO_2, K_2 = 5$

구해야 할 값:
- $2N_2 + 4O_2 \rightleftharpoons 4NO_2$의 평형상수

주의할 조건:
- 반응식을 단순히 더할 때는 중간물질 N_2O를 소거하고, 전체 평형상수는 각 평형상수를 곱해 구한다.

사용할 공식

사용할 원리는 $K_{overall} = K_1 \times K_2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 두 반응식을 그대로 더하면 목표 반응식이 되고, 이때 중간물질 $2N_2O$는 양변에서 소거되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 두 반응식을 더한다.
$(2N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2N_2O) + (2N_2O + 3O_2 \rightleftharpoons 4NO_2)$
2. 중간물질 $2N_2O$를 소거하면
$2N_2 + 4O_2 \rightleftharpoons 4NO_2$
3. 따라서 전체 평형상수는
$K = K_1K_2 = 10 \times 5 = 50$
이므로 정답은 3번이다.

선지별 해설

① X
- 선택지의 값 0.5가 틀렸다. 반응식을 더할 때는 평형상수를 나누지 않으므로 $K_2/K_1 = 5/10$처럼 계산할 이유가 없다.
- 올바르게는 전체 평형상수는 $10 \times 5 = 50$이다.

② X
- 선택지의 값 2가 틀렸다. 이는 $K_1/K_2 = 10/5$처럼 비율로 처리한 값인데, 이 문제는 반응식의 합이므로 곱셈을 적용해야 한다.
- 올바르게는 전체 평형상수는 50이다.

③ O
- 두 반응식을 그대로 더하면 목표 반응식이 되고, 그때 평형상수는 $K_1K_2 = 10 \times 5 = 50$이므로 맞다.

④ X
- 선택지의 값 100이 틀렸다. 이는 첫 번째 반응을 임의로 배수 처리하거나 평형상수 조작을 잘못 적용한 값이다.
- 올바르게는 주어진 두 반응식을 그대로 더하기만 하면 되므로 전체 평형상수는 50이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 반응식은 더하면서 평형상수도 더하거나 나눈다고 착각하는 데 있다. 중간물질이 소거되는지만 확인하고, 반응식을 뒤집거나 계수를 곱하지 않았다면 평형상수는 그대로 곱해진다.

다시 나오면 이렇게 판단

여러 평형식을 합쳐 목표 반응을 만들 때는 먼저 중간물질이 소거되는지 확인하고, 각 식을 뒤집었는지 또는 몇 배 했는지를 점검한 뒤 그 조작에 맞게 평형상수를 곱하거나 역수 또는 거듭제곱으로 처리하면 된다.

암기 포인트

평형식은 더하고 평형상수는 곱한다는 대응을 묶어서 기억한다.

NoteBase

문 13. 메테인(CH_4) 1 mol을 일정한 압력에서 완전 연소시킬 때, 890 kJ의 에너지가 열로 방출된다. 일정한 압력에서 메테인 4 g이 완전 연소될 때 발생하는 열량[kJ]은?

① 222.5

② 445.0

③ 890.0

④ 3560.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 메테인의 몰수와 연소열의 비례관계를 이용해 방출되는 열량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 메테인 CH_4 1 mol이 완전 연소하면 $890kJ$가 방출된다.
구해야 할 값: 메테인 4 g이 완전 연소할 때의 열량이다.
주의할 조건: 메테인의 몰질량은 $12 + 4 = 16$이므로 CH_4 1 mol은 16 g이다.

사용할 공식

열량은 물질의 양에 비례하므로
발생 열량 = 890 kJ × 연소한 메테인의 몰수1 mol
를 사용한다.

이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 1 mol당 방출 열량이 주어졌으므로 먼저 4 g을 몰수로 바꾼 뒤 비례식으로 계산하면 된다.

계산 과정

1. 메테인 4 g을 몰수로 바꾸면
$\frac{4g}{16g/mol} = 0.25mol$
이다.
2. 0.25 mol이 연소할 때의 열량은
$890kJ \times 0.25 = 222.5kJ$
이다.
3. 따라서 발생하는 열량은 $222.5kJ$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과가 222.5kJ이므로 옳다.

② X
- 445.0kJ는 890 × 0.5로 계산한 값이다.
- 4 g을 0.5 mol로 잘못 본 경우의 오답이다.
- 틀린 표현은 메테인 4 g을 0.5 mol로 본 점이다. 올바르게는 메테인 4 g은 0.25 mol이다.

③ X
- 890.0kJ는 메테인 1 mol, 즉 16 g이 연소할 때의 열량이다.
- 틀린 표현은 메테인 4 g에도 1 mol의 연소열을 그대로 적용한 점이다. 올바르게는 4 g은 1 mol의 4분의 1이므로 열량도 222.5kJ가 된다.

④ X
- 3560.0kJ는 890 × 4로 계산한 값이다.
- 질량이 4 g으로 더 작아졌는데 열량을 4배로 키운 계산 실수이다.
- 틀린 표현은 4 g을 4 mol처럼 처리한 점이다. 올바르게는 4 g은 0.25 mol이므로 222.5kJ가 된다.

오답 포인트

질량 g을 바로 배수로 처리하면 오답이 된다. 이 문항의 함정은 4 g을 4배로 보거나 0.5 mol로 착각하게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

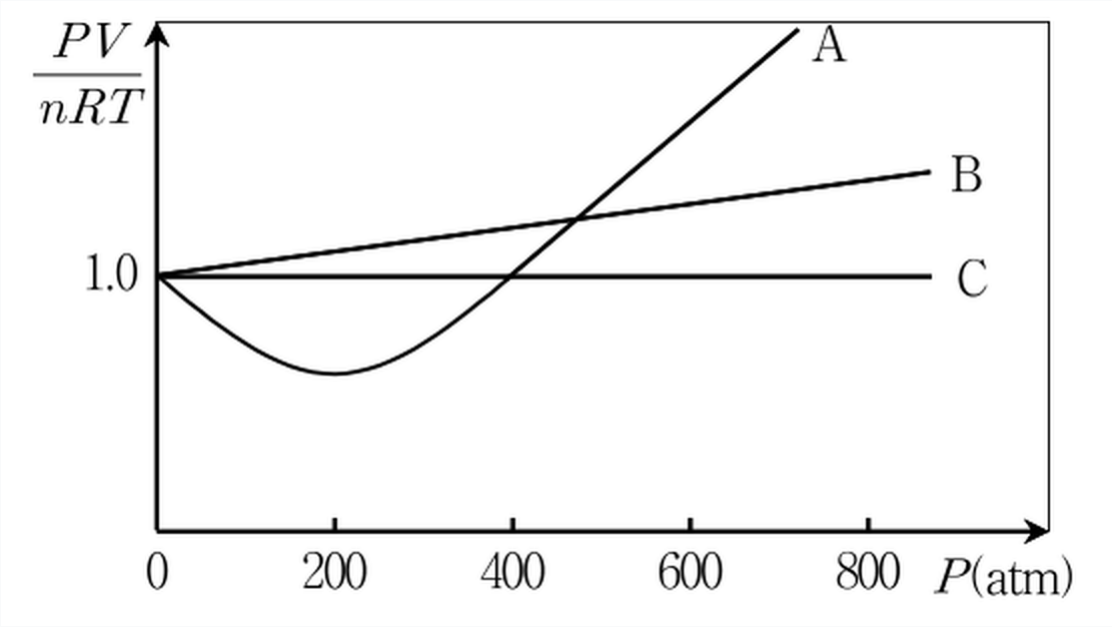
연소열 계산 문제는 먼저 질량을 몰수로 바꾼 뒤, 1 mol당 열량과 비례시켜 판단한다. 물질의 양이 줄면 방출 열량도 같은 비율로 줄어든다.

암기 포인트

메테인 CH_4의 몰질량은 16g/mol이며, 질량으로 주어지면 먼저 몰수로 환산한 뒤 몰당 연소열을 곱한다.

NoteBase

문 14. 다음 그래프는 일정한 온도에서 이상기체, 메테인(CH_4), 헬륨(He)의 압력에 따른 PV/nRT 값을 나타낸 것이다. A, B, C에 해당하는 물질을 바르게 묶은 것은?



① A: 메테인, B: 헬륨, C: 이상기체

② A: 헬륨, B: 메테인, C: 이상기체

③ A: 이상기체, B: 헬륨, C: 메테인

④ A: 이상기체, B: 메테인, C: 헬륨

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 압력에 따른 압축인자 $Z = PV/nRT$의 변화를 보고 이상기체와 실제기체의 편차를 구분하는 문제이다. $Z = 1$로 일정하면 이상기체이고, 낮은 압력에서 $Z < 1$로 내려갔다가 높은 압력에서 다시 커지면 인력이 먼저 우세한 분자, 처음부터 $Z > 1$ 쪽으로 완만히 증가하면 반발 효과가 상대적으로 큰 분자이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- A는 압력이 조금 올라갈 때 $Z < 1$로 내려갔다가 고압에서 크게 증가한다. 이는 분자 사이 인력 때문에 먼저 음의 편차를 보이고, 더 높은 압력에서는 분자 부피와 반발 때문에 양의 편차를 보이는 메테인의 전형적 거동이다.
- B는 처음부터 $Z > 1$ 방향으로 완만히 증가한다. 헬륨은 분자 간 인력이 매우 약해 음의 편차보다 양의 편차가 더 잘 나타난다.
- C는 압력과 무관하게 $Z = 1$로 일정하므로 이상기체이다.

② X
- A를 헬륨으로 둔 부분이 틀리다. 헬륨은 A처럼 중간 압력에서 $Z < 1$로 크게 내려가지 않고 B처럼 대체로 1보다 큰 쪽으로 증가한다.
- 틀린 표현은 'A=헬륨, B=메테인'이다. 올바르게는 'A=메테인, B=헬륨'이다.

③ X
- A를 이상기체로 둔 부분이 틀리다. 이상기체는 C처럼 모든 압력에서 $Z = 1$이어야 한다.
- 또한 C를 메테인으로 둔 부분도 틀리다. 메테인은 C처럼 평평한 선이 아니라 A처럼 한 번 내려갔다가 다시 올라간다.
- 틀린 표현은 'A=이상기체, C=메테인'이다. 올바르게는 'A=메테인, C=이상기체'이다.

④ X
- A를 이상기체로 둔 부분이 틀리다. A는 압력에 따라 크게 변하므로 이상기체가 아니다.
- C를 헬륨으로 둔 부분도 틀리다. 헬륨은 C처럼 1에 고정되지 않고 B처럼 서서히 증가한다.
- 틀린 표현은 'A=이상기체, C=헬륨'이다. 올바르게는 'A=메테인, C=이상기체'이다.

오답 포인트

C가 가장 단순한 직선이라서 헬륨으로 착각하기 쉽지만, 이상기체를 나타내는 기준은 단순한 직선이 아니라 모든 압력에서 $Z = 1$인 수평선이라는 점이다. 또한 헬륨은 가벼운 기체라는 이미지 때문에 이상기체에 가장 가깝다고만 외우면 A와 B를 뒤바꾸기 쉽다. 이 문항에서는 '중간 압력에서 1 아래로 내려가는가'를 먼저 봐야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $Z = 1$에 고정된 선을 찾아 이상기체를 확정한다. 그다음 1 아래로 내려가는 구간이 있으면 인력이 먼저 우세한 분자로 보고, 처음부터 1보다 큰 쪽으로 증가하면 인력보다 반발과 배제부피 효과가 더 두드러지는 기체로 판단한다.

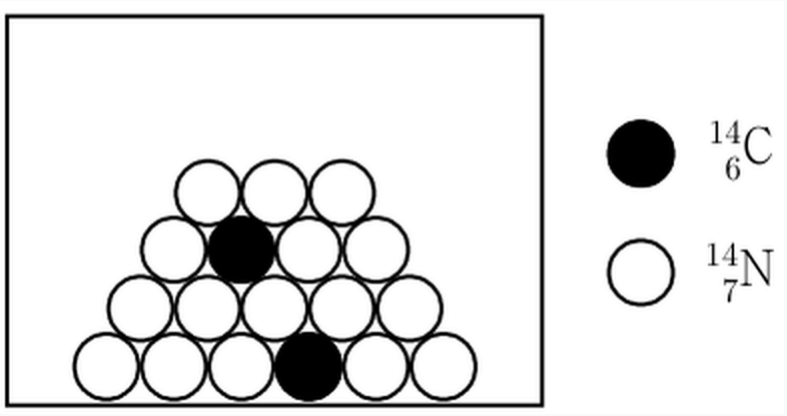
NoteBase

암기 포인트

이상기체는 항상 $Z = 1$, 메테인은 내려갔다가 올라가고, 헬륨은 대체로 바로 올라간다.

NoteBase

문 15. 그림은 어떤 동굴에서 발견된 고대 유골에 남아 있는 탄소-14($^{14}_{6}C$)와 질소-14($^{14}_{7}N$)의 상대적 양을 모형으로 나타낸 것이다. 이 고대 유골의 추정 연대는? (단, 모든 $^{14}_{7}N$는 $^{14}_{6}C$의 붕괴 반응을 통해서만 생성되며, 반응 속도 상수는 1.1 × 10^-4 년^-1이고, $\ln 2 = 0.69$, $\ln 3 = 1.1$이다)



① 약 6,300년 전

② 약 10,000년 전

③ 약 16,000년 전

④ 약 20,000년 전

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 탄소-14의 붕괴식에서 남아 있는 탄소-14의 비율을 그림으로 읽어 고대 유골의 연대를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 현재 $^{14}_{6}C$: 2개
- 현재 $^{14}_{7}N$: 16개
- 모든 $^{14}_{7}N$은 $^{14}_{6}C$의 붕괴로만 생성되므로 초기 $^{14}_{6}C$의 수: 18개
- 남아 있는 $^{14}_{6}C$의 비율: $\frac{2}{18} = \frac{1}{9}$

사용할 공식

$N = N_0 e^{-kt}$

이 문제에서 N은 현재 남아 있는 $^{14}_{6}C$의 양이고, N_0는 처음의 $^{14}_{6}C$의 양이다. 그림에서 현재 양과 초기 양의 비를 읽을 수 있으므로 이 지수감소식을 그대로 적용할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 초기 $^{14}_{6}C$의 양은 현재 $^{14}_{6}C$ 2개와 붕괴되어 생긴 $^{14}_{7}N$ 16개를 합한 18개이다.
2. 따라서 $\frac{N}{N_0} = \frac{2}{18} = \frac{1}{9}$이다.
3. $e^{-kt} = \frac{1}{9}$이므로 $kt = \ln 9 = 2\ln 3 = 2.2$이다.
4. k=1.1×10^-4 년^-1이므로 $t = \frac{2.2}{1.1 \times 10^{-4}} = 2.0 \times 10^4$년이다.
5. 따라서 추정 연대는 약 20,000년 전이다.

선지별 해설

① X
- 약 6,300년 전은 $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2}$인 반감기 1회에 해당하는 값이다. 이 그림에서는 $^{14}_{6}C$가 18개 중 2개만 남아 있어 $\frac{1}{9}$이므로 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "약 6,300년 전"이고, 올바르게는 "약 20,000년 전"이다.

② X
- 약 10,000년 전이면 $kt = 1.1$이어서 $\frac{N}{N_0} = e^{-1.1} \approx \frac{1}{3}$ 정도가 남아 있어야 한다. 실제 그림의 남은 비율 $\frac{1}{9}$과 다르다.
- 틀린 표현은 "약 10,000년 전"이고, 올바르게는 "약 20,000년 전"이다.

③ X
- 약 16,000년 전은 남은 비율이 대략 $e^{-1.76} \approx 0.17$일 때의 값인데, 이 문제의 남은 비율 $\frac{1}{9} \approx 0.11$보다 크다. 붕괴가 덜 진행된 경우에 해당하므로 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "약 16,000년 전"이고, 올바르게는 "약 20,000년 전"이다.

④ O
- 그림에서 현재 $^{14}_{6}C$는 2개, 초기 $^{14}_{6}C$는 18개이므로 남은 비율은 $\frac{1}{9}$이다. 이를 $N = N_0 e^{-kt}$에 대입하면 $t = 2.0 \times 10^4$년이 되어 약 20,000년 전이 맞다.

오답 포인트

현재 남아 있는 탄소-14의 비율과 생성된 질소-14의 비율을 혼동하기 쉽다. 이 문제는 질소-14의 개수를 그대로 대입하는 문제가 아니라, 현재 모원소와 붕괴 생성원소를 합쳐 초기 모원소의 양을 먼저 복원해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

방사성 연대측정 문제는 먼저 현재 모원소 수와 붕괴 생성원소 수를 더해 초기 모원소 수를 구한 뒤, 남은 비율 $\frac{N}{N_0}$을 만든 다음 $N = N_0 e^{-kt}$에 넣어 시간을 계산하는 순서로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

방사성 연대측정은 현재 모원소 수 + 붕괴 생성원소 수 = 초기 모원소 수라는 관계를 먼저 세운다.

NoteBase

문 16. 어떤 화합물 A가 한 개의 이중 결합과 한 개의 고리를 가진다면, 화합물 A의 화학식으로 가능한 것은?

① C_4H_9N

② $C_6H_{10}N_2$

③ C_6H_9ClO

④ C_8H_6O

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 분자식의 불포화도를 계산하여 이중 결합 1개와 고리 1개를 함께 가질 수 있는지를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 이중 결합 1개와 고리 1개이다.
이 조건은 불포화도 2에 해당한다.
산소는 불포화도 계산에 영향을 주지 않고, 할로젠은 수소 1개로, 질소 1개는 수소 1개를 더 가진 것으로 보정한다.

사용할 공식

불포화도는 $\frac{2C+2+N-H-X}{2}$로 계산한다.
이 문제는 구조식을 직접 주지 않았으므로 각 분자식이 가지는 총 불포화도부터 계산해야 이중 결합과 고리의 조합 가능 여부를 판정할 수 있다.

계산 과정

문제 조건의 "이중 결합 1개 + 고리 1개"는 불포화도 2이다.
① C_4H_9N: $\frac{2\times4+2+1-9}{2}=1$
② $C_6H_{10}N_2$: $\frac{2\times6+2+2-10}{2}=3$
③ C_6H_9ClO: 할로젠 Cl을 수소 1개로 보고 $\frac{2\times6+2-(9+1)}{2}=2$
④ C_8H_6O: $\frac{2\times8+2-6}{2}=6$
불포화도 2와 일치하는 것은 ③뿐이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

C_4H_9N의 불포화도는 1이다. 틀린 표현은 "이중 결합 1개와 고리 1개를 함께 가질 수 있다"이다. 올바르게는 이 분자식은 이중 결합 1개 또는 고리 1개 중 하나만 가질 수 있다.

② X

$C_6H_{10}N_2$의 불포화도는 3이다. 틀린 표현은 "이중 결합 1개와 고리 1개인 경우에 맞는다"이다. 올바르게는 불포화도가 3이므로 이중 결합 2개와 고리 1개처럼 총 3개의 불포화 요소가 필요한 분자식이다.

③ O

C_6H_9ClO는 할로젠 보정을 적용하면 불포화도가 2이다. 따라서 이중 결합 1개와 고리 1개를 갖는 구조가 가능하다.

④ X

C_8H_6O의 불포화도는 $\frac{2\times 8+2-6}{2}=6$이다. 틀린 표현은 "이중 결합 1개와 고리 1개를 함께 가질 수 있다"이다. 올바르게는 불포화도가 6이므로 조건인 2와 크게 어긋나며, 이중 결합과 고리를 합쳐 총 6개의 불포화 요소가 필요한 분자식이다.

오답 포인트

질소와 할로젠 보정을 빠뜨리면 ②와 ③을 잘못 판단하기 쉽다. 특히 산소는 계산에서 무시하고, 할로젠은 수소처럼 1개를 더해 계산한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자식으로 구조 가능성을 묻는 문제는 먼저 불포화도를 계산한 뒤, 이중 결합 1개는 1, 고리 1개도 1로 합산하여 조건과 일치하는지 비교하면 된다.

암기 포인트

불포화도는 이중 결합 1개당 1, 고리 1개당 1이다. 산소는 무시하고 할로젠은 수소처럼 계산한다.

NoteBase

문 17. 알렌(allene, H_2CCCH_2) 분자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 가운데 탄소는 sp 혼성화한다.

② 분자 내에 이중 결합이 두 개 있다.

③ 알렌 분자는 평면 구조이다.

④ 세 개의 탄소가 이루는 결합각은 180°이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 알렌의 누적 이중결합 구조에서 중심 탄소의 혼성화, 분자 평면성, 결합각을 함께 판단할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

알렌은 $H_2C=C=CH_2$ 형태의 누적 이중결합 분자이다.
중심 탄소는 두 개의 이중결합을 동시에 이루므로 sp 혼성화되고 세 탄소는 일직선으로 배열된다.
말단 두 탄소는 각각 sp^2 혼성화되지만 두 π 결합면이 서로 수직이어서 분자 전체는 평면이 아니다.

선지별 해설

1번 O: 가운데 탄소는 양쪽으로 이중결합 두 개를 만들기 위해 전자영역이 두 개이고, 따라서 sp 혼성화된다.
2번 O: 알렌은 $C=C=C$ 골격을 가지므로 분자 내 이중결합은 두 개이다.
3번 X: 틀린 표현은 '평면 구조'이다. 알렌은 말단 CH_2 평면들이 서로 수직이어서 전체 분자가 비평면 구조이다.
올바르게는 '알렌 분자는 비평면 구조이다'이다.
4번 O: 중심 탄소가 sp 혼성화된 선형 구조이므로 세 개의 탄소가 이루는 $C-C-C$ 결합각은 180도이다.

오답 포인트

이중결합이 있으면 모두 평면일 것이라고 단순화하면 3번에 속는다. 알렌은 각 말단 탄소만 보면 sp^2 평면성이 있지만, 두 π 결합이 서로 직교하여 분자 전체는 평면이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

누적 이중결합 $C=C=C$가 보이면 먼저 중심 탄소를 sp 혼성화로 잡고, 그다음 C-C-C는 180도인지 확인한다.
마지막으로 말단 평면들이 서로 수직인지 확인하면 평면성 선지를 빠르게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

알렌은 중심 sp, C-C-C는 180도, 분자 전체는 비평면 구조이다.

NoteBase

문 18. 1.4×10^{-3}M Pb^{2+} **이온과** 1.0×10^{-4}M Cu^{+} **이온의 혼합 용액에** I^- **이온을 첨가할 때 가장 먼저 침전되는 물질은? (단,** PbI_2**와** CuI**의 용해도곱 상수(**K_{sp}**)는 각각** 1.4×10^{-8}**과** 5.3×10^{-12}**이다)**

① CuI

② PbI_2

③ 침전이 생성되지 않는다.

④ CuI와 PbI_2가 동시에 침전된다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 각 염이 침전되기 시작하는 임계 I^- 농도를 K_{sp}로 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $[Pb^{2+}] = 1.4 \times 10^{-3}M$, $[Cu^{+}] = 1.0 \times 10^{-4}M$, $K_{sp}(PbI_2) = 1.4 \times 10^{-8}$, $K_{sp}(CuI) = 5.3 \times 10^{-12}$이다.
구해야 할 값: 두 염이 처음 침전되기 시작하는 $[I^-]$이다.
주의할 조건: 먼저 침전되는 물질은 필요한 $[I^-]$가 더 작은 물질이다.

사용할 공식

CuI는 $K_{sp} = [Cu^{+}][I^-]$, PbI_2는 $K_{sp} = [Pb^{2+}][I^-]^2$이다.
침전 시작 조건은 이온곱이 K_{sp}와 같아지는 순간이다.
따라서 각 염에 대해 침전 개시 $[I^-]$를 계산해 더 작은 값을 비교한다.

계산 과정

1. CuI에 대해 $[I^-] = \frac{5.3 \times 10^{-12}}{1.0 \times 10^{-4}} = 5.3 \times 10^{-8}M$이다.
2. PbI_2에 대해 $[I^-] = \sqrt{\frac{1.4 \times 10^{-8}}{1.4 \times 10^{-3}}} = \sqrt{1.0 \times 10^{-5}} \approx 3.16 \times 10^{-3}M$이다.
3. $5.3 \times 10^{-8}M < 3.16 \times 10^{-3}M$이므로 훨씬 더 낮은 I^- 농도에서 CuI가 먼저 침전된다.

NoteBase

선지별 해설

① O: CuI는 $[I^-] = 5.3 \times 10^{-8} M$만 되어도 침전이 시작되므로 가장 먼저 생긴다.
② X: PbI_2는 $[I^-] \approx 3.16 \times 10^{-3} M$가 되어야 침전이 시작된다. 틀린 표현은 'PbI_2가 가장 먼저 침전된다'이고, 올바르게는 'PbI_2는 CuI보다 훨씬 나중에 침전된다'이다.
③ X: CuI의 침전 개시 농도가 매우 작으므로 I^-를 넣으면 침전이 생성된다. 틀린 표현은 '침전이 생성되지 않는다'이고, 올바르게는 '먼저 CuI 침전이 생성된다'이다.
④ X: 동시에 침전되려면 두 물질의 침전 개시 $[I^-]$가 같아야 하는데 실제로는 크게 다르다. 틀린 표현은 'CuI와 PbI_2가 동시에 침전된다'이고, 올바르게는 'CuI가 먼저 침전되고 I^- 농도가 더 커지면 그때 PbI_2가 침전될 수 있다'이다.

오답 포인트

K_{sp} 값만 단순 비교하면 오답이 나온다. CuI는 1 : 1형이라 $K_{sp} = [Cu^+][I^-]$이고, PbI_2는 1 : 2형이라 $K_{sp} = [Pb^{2+}][I^-]^2$이므로 반드시 실제 침전 개시 $[I^-]$를 계산해서 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

난용성 염이 둘 이상 있으면 각 염의 K_{sp} 식을 먼저 세우고, 주어진 금속 이온 농도를 넣어 침전이 시작되는 상대 이온의 임계 농도를 각각 구한 뒤 더 작은 값을 정답으로 판단한다.

암기 포인트

먼저 침전되는 물질은 K_{sp}가 가장 작은 물질이 아니라, 주어진 농도 조건에서 침전 개시 이온 농도가 가장 작은 물질이다.

NoteBase

문 19. $Co(NH_3)_3Cl_3$**의 기하 이성질체는 모두 몇 개인가?**

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문항은 팔면체 착물 $Co(NH_3)_3Cl_3$를 MA_3B_3형으로 보고 기하 이성질체의 개수를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

기하 이성질체는 결합 순서는 같고 리간드의 공간배치만 다른 이성질체이다.
$Co(NH_3)_3Cl_3$는 단치 리간드 6개가 결합한 팔면체 착물이다.
팔면체 MA_3B_3형은 같은 리간드 3개가 한 면에 모이는 fac형과, 같은 리간드 3개 중 2개가 서로 trans가 되는 mer형으로만 나뉜다.

선지별 해설

① X
1개라면 fac형과 mer형의 구별이 없다는 뜻인데, 팔면체 MA_3B_3형에는 두 배열이 분명히 존재한다.
틀린 표현은 '1'이며, 올바르게는 '2'이다.

② O
$Co(NH_3)_3Cl_3$는 팔면체 MA_3B_3형이므로 기하 이성질체는 fac형 1개와 mer형 1개, 합계 2개이다.

③ X
3개로 세려면 존재하지 않는 추가 배열을 인정한 셈이다.
이 화합물의 기하 이성질체는 fac와 mer뿐이므로 틀린 표현은 '3'이며, 올바르게는 '2'이다.

④ X
4개는 광학 이성질체나 다른 배치를 임의로 더한 수에 가깝지만, 이 문항은 기하 이성질체만 묻는다.
틀린 표현은 '4'이며, 올바르게는 '2'이다.

NoteBase

오답 포인트

팔면체 착물의 기하 이성질체를 셀 때 cis-trans만 떠올리거나, fac-mer를 배운 뒤 광학 이성질체까지 함께 세어 개수를 부풀리는 경우가 많다. 이 문항은 MA_3B_3형이면 fac와 mer 두 가지만 있다는 점을 정확히 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중심 금속 주위의 리간드 수를 보고 팔면체인지 판단한다. 그다음 조성이 MA_3B_3형이면 fac형과 mer형을 바로 떠올리면 되고, 기하 이성질체 수는 2개로 정리된다.

암기 포인트

팔면체 MA_3B_3는 fac 1개, mer 1개, 합계 2개이다.

NoteBase

문 20. 평면 사각형 구조를 갖는 $IrCl(PPh_3)_3$에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, Ir은 9족 원소이다)

① 시스플라틴(cisplatin)과 기하 구조가 동일하다.

② 중심 금속 Ir의 산화수는 +1이다.

③ 중심 금속 Ir의 d 전자 수는 8개이다.

④ $IrCl(PPh_3)_3$ 착물의 홀전자 수는 2개이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 평면 사각형 착물의 기하 구조, 금속의 산화수, d 전자 수, 총 원자가전자 수를 함께 판별하는 문제이다.

핵심 개념

산화수는 리간드 전하의 합으로 정하고, d 전자 수는 족 번호에서 산화수를 뺀 값으로 본다.
총 원자가전자 수는 중심 금속의 d 전자 수와 리간드가 주는 전자 수를 합해 계산하며, 평면 사각형 d^8 착물은 16전자형이 대표적이다.

선지별 해설

① O
시스플라틴 cis-[PtCl2(NH3)2]는 대표적인 평면 사각형 착물이고, IrCl(PPh3)3도 문제에서 평면 사각형 구조를 갖는다고 주어졌으므로 기하 구조가 같다.

② O
PPh3는 중성 리간드이고 Cl은 Cl^- 이다. 착물 전체가 중성이므로 Ir의 산화수는 +1이다.

③ O
Ir는 9족 원소이므로 Ir(I)의 d 전자 수는 $9 - 1 = 8$개이다. 따라서 중심 금속 Ir는 d^8 금속이다.

④ X
틀린 부분은 "홀전자 수는 2개이다"라는 표현이다. 이 착물의 총 원자가전자 수는 Ir(I)의 d^8 8전자와 Cl^-의 2전자, PPh3 3개의 6전자를 합한 16전자이다. 올바르게는 "IrCl(PPh3)3 착물의 총 원자가전자 수는 16개이다"이다.

오답 포인트

④에서 홀전자 수와 총 원자가전자 수를 혼동하기 쉽다. 이 문항은 27이라는 수치가 그럴듯해 보여도 실제로는 전자 세기 규칙대로 16전자를 계산하는지를 묻는 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

배위화학 전자 세기 문항은 먼저 리간드 전하로 금속의 산화수를 정하고, 다음에 족 번호에서 산화수를 빼 d 전자 수를 구한 뒤, 마지막으로 리간드 공여 전자를 더해 총 원자가전자 수를 판단하면 된다.

암기 포인트

평면 사각형 9족 +1가 금속은 보통 d^8, 그리고 대표적으로 16전자 착물로 정리된다.

NoteBase