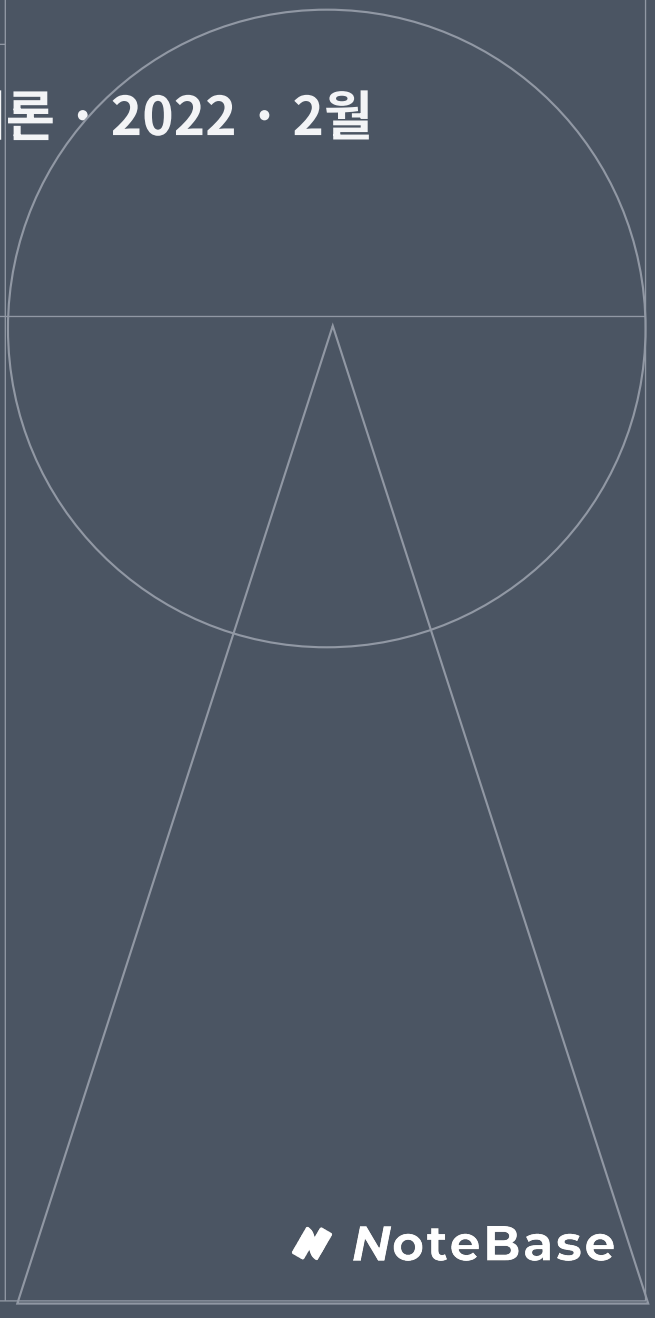
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2022 · 2월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2022 · 2월

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2022 · 2월

문 1. 1차 이온화 에너지의 경향이 올바르게 나열되지 않은 것은?

① He > Ne > Ar > Kr

② F > O > N > C

③ Li > Na > K > Rb

④ F > Cl > Br > I

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 1차 이온화 에너지의 주기적 경향과 예외인 N, O의 상대적 크기를 묻는 문제이다.

핵심 개념

1차 이온화 에너지는 기체 상태 원자 1몰에서 가장 바깥 전자 1몰을 떼어 내는 데 필요한 에너지이다.
같은 주기에서는 유효핵전하가 커져 대체로 오른쪽으로 갈수록 증가하고, 같은 족에서는 원자 반지름과 차폐 효과가 커져 아래로 갈수록 감소한다.
다만 N은 $2p^3$의 반쯤 채워진 안정한 배열이라 O보다 1차 이온화 에너지가 더 크다.

NoteBase

선지별 해설

① O
He, Ne, Ar, Kr는 같은 18족 원소이다. 아래로 갈수록 전자가 핵에서 멀어지고 차폐 효과가 커지므로 1차 이온화 에너지는 He > Ne > Ar > Kr로 감소한다.

② X
틀린 부분은 "O > N"이다.
2주기에서는 대체로 오른쪽으로 갈수록 1차 이온화 에너지가 증가하지만, N은 $2p^3$의 안정한 반쯤 채워진 상태이고 O는 $2p^4$라 전자쌍 반발이 생긴다. 따라서 O보다 N의 1차 이온화 에너지가 더 크다.
올바른 나열은 F > N > O > C이다.

③ O
Li, Na, K, Rb는 같은 1족 원소이다. 아래로 갈수록 최외각 전자가 핵에서 멀어져 떼기 쉬워지므로 1차 이온화 에너지는 Li > Na > K > Rb가 맞다.

④ O
F, Cl, Br, I는 같은 17족 원소이다. 아래로 갈수록 원자 반지름이 커지고 차폐 효과가 커져 1차 이온화 에너지가 감소하므로 F > Cl > Br > I가 맞다.

오답 포인트

②에서 많은 수험생이 "주기에서 오른쪽으로 갈수록 증가"만 외워 O > N으로 판단한다. 이 문항의 함정은 N의 반쯤 채워진 $2p^3$ 안정성과 O의 전자쌍 반발 예외를 놓치게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 족인지 같은 주기인지부터 구분한다. 같은 족이면 아래로 갈수록 감소, 같은 주기면 대체로 오른쪽으로 갈수록 증가로 본다. 그다음 2주기에서는 Be/B, N/O 예외가 있는지를 한 번 더 확인하면 된다.

암기 포인트

이온화 에너지는 오른쪽으로 증가, 아래로 감소이며 2주기 예외는 Be > B, N > O이다.

NoteBase

문 2. <보기>에서 면심 입방 격자 구조를 가지고 있는 이온성 고체 NaCl에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 단위 세포 내에서 Cl^-는 꼭짓점과 면의 중심에 위치한다.
ㄴ. Na^+는 단위 세포의 체심을 관통하는 대각선상의 1/4 거리 지점에 위치한다.
ㄷ. Na^+와 Cl^-는 모두 4 배위수를 가진다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 NaCl의 면심 입방 격자와 팔면체 공공 점유, 그리고 배위수를 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

NaCl 결정에서 Cl^-는 면심 입방 격자를 이루고, Na^+는 그 사이의 팔면체 공공을 점유한다.
팔면체 공공은 단위 세포의 모서리 중심과 체심에 해당하고, 체심 대각선의 1/4 지점은 사면체 공공에 해당한다.
NaCl에서는 Na^+와 Cl^-가 모두 서로 6개 이온에 둘러싸여 6배위수를 가진다.

선지별 해설

① O: ㄱ만 옳으므로 정답이다. Cl^-가 꼭짓점과 면의 중심에 배치되어 면심 입방 격자를 만든다.
② X: ㄴ은 틀리다. 틀린 표현은 "체심을 관통하는 대각선상의 1/4 거리 지점"이다. 실제로 Na^+는 사면체 공공이 아니라 팔면체 공공, 즉 모서리 중심과 체심 위치를 점유한다.
③ X: ㄷ은 틀리다. 틀린 표현은 "모두 4배위수"이다. 실제로는 Na^+와 Cl^-가 각각 반대 전하 이온 6개와 접해 모두 6배위수이다.
④ X: ㄱ은 옳지만 ㄷ이 틀리므로 "ㄱ, ㄷ"을 모두 고른 선택지는 성립하지 않는다. 올바르게는 "ㄱ"만 고른 선택지여야 한다.

오답 포인트

체심 대각선의 1/4 지점을 보면 사면체 공공을 떠올려야 하는데, 이를 NaCl의 Na^+ 위치와 혼동하면 ㄴ을 고르게 된다. 또 ZnS형의 4배위 구조를 NaCl형에 잘못 겹치면 ㄷ까지 옳다고 판단하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

NaCl형 문제는 먼저 큰 음이온이 만드는 격자가 면심 입방인지 확인하고, 작은 양이온이 점유하는 공공이 팔면체인지 사면체인지 구분한 다음, 그 구조에 대응하는 배위수를 확인하면 된다.

암기 포인트

NaCl형은 Cl^- 면심 입방, Na^+ 팔면체 공공, 양이온과 음이온 모두 6배위수인 구조이다.

NoteBase

문 3. <보기>와 같이 O_3 분해 반응이 진행될 때 정반응의 활성화 에너지(E_a)는 19kJ/mol이고, 반응 엔탈피 변화(ΔH)는 -392kJ/mol이라고 한다면, 역반응의 활성화 에너지(E_a) 값[kJ/mol]은? (단, 일정한 온도와 압력에서의 반응이다.)

<보기>

$O_3(g) + O(g) \rightarrow 2O_2(g)$

① 19

② 373

③ 392

④ 411

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 반응 엔탈피 변화와 정반응의 활성화 에너지 관계를 이용해 역반응의 활성화 에너지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정반응의 활성화 에너지 E_a,정 = 19kJ/mol, 반응 엔탈피 변화 ΔH = -392kJ/mol이다.
구해야 할 값: 역반응의 활성화 에너지 E_a,역이다.
주의할 조건: ΔH가 음수이므로 정반응은 발열반응이고, 생성물의 에너지 준위가 반응물보다 392kJ/mol만큼 낮다.

사용할 공식

E_a,역 = E_a,정 - Δ H
이 공식을 쓰는 이유는 활성화 에너지가 반응물 또는 생성물에서 전이상태까지 올라가는 에너지 차이이기 때문이다. 정반응이 발열반응이면 생성물의 에너지가 더 낮으므로 역반응은 그만큼 더 큰 장벽을 넘어야 한다.

계산 과정

1. $\Delta H = -392$kJ/mol이므로 생성물의 에너지는 반응물보다 392kJ/mol 낮다.
2. 따라서 역반응의 활성화 에너지는 정반응의 활성화 에너지에 이 에너지 차이를 더한 값이다.
3. E_a,역 = 19 - (-392) = 19 + 392 = 411 kJ/mol
따라서 역반응의 활성화 에너지는 411kJ/mol이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
19kJ/mol은 정반응의 활성화 에너지 그대로이다. 틀린 표현은 역반응의 활성화 에너지가 정반응과 같다고 본 점이다. 올바르게는 생성물이 더 낮은 에너지 상태이므로 역반응의 활성화 에너지는 19kJ/mol보다 커진다.

② X
373kJ/mol은 392에서 19를 빼는 부호 실수에서 나오기 쉽다. 틀린 표현은 발열반응의 ΔH를 절댓값만 보고 반대로 계산한 점이다. 올바르게는 $E_{a,역} = 19 - (-392)$로 계산해야 하므로 411kJ/mol이다.

③ X
392kJ/mol은 반응 엔탈피 변화의 크기일 뿐 활성화 에너지가 아니다. 틀린 표현은 $|\Delta H|$와 활성화 에너지를 같은 값으로 본 점이다. 올바르게는 역반응의 활성화 에너지는 전이상태까지의 장벽이므로 19kJ/mol을 추가로 반영한 411kJ/mol이다.

④ O
역반응의 활성화 에너지는 $E_{a,역} = E_{a,정} - \Delta H$이므로 $19 - (-392) = 411$kJ/mol이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 ΔH의 부호 처리이다. 발열반응에서 ΔH가 음수라는 점을 놓치면 373이나 392 같은 오답으로 흐르기 쉽다. 또 $|\Delta H|$를 곧바로 활성화 에너지로 착각하는 실수도 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

활성화 에너지 문항은 먼저 정반응이 흡열인지 발열인지 확인하고, 그다음 $E_{a,역} = E_{a,정} - \Delta H$ 관계에 ΔH의 부호를 그대로 넣어 계산하면 된다.

암기 포인트

발열반응은 생성물이 더 낮으므로 역반응의 활성화 에너지가 더 크다.

NoteBase

문 4. 자유 에너지 G와 평형 상수 K에 관한 관계식으로 옳지 않은 것은?

① $\ln K = \Delta G^\circ / RT$ (R: 이상 기체 상수, T: 절대 온도)

② $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln Q$ (Q: 반응 지수)

③ $\Delta G^\circ = -RT\ln K$ (R: 이상 기체 상수, T: 절대 온도)

④ $K = e^{-\frac{\Delta G^\circ}{RT}}$ (R: 이상 기체 상수, T: 절대 온도)

정답 1번

출제 포인트

표준 자유에너지 변화와 평형상수의 관계식 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$, 그리고 일반식 $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln Q$를 연결할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 대상은 자유에너지 변화 ΔG, 표준 자유에너지 변화 ΔG°, 반응지수 Q, 평형상수 K의 관계이다.
평형에서는 $\Delta G = 0$이고 $Q = K$이다.
따라서 $0 = \Delta G^\circ + RT\ln K$이므로 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$가 된다.

사용할 공식

$\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln Q$
평형에서 $\Delta G = 0$, $Q = K$를 대입하면 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$가 된다.
이 문제는 모든 선지가 이 기본식의 변형인지 여부를 묻기 때문에, 일반식을 먼저 놓고 평형 조건을 대입하는 방식이 가장 직접적이다.

계산 과정

1. 일반식 $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln Q$를 잡는다.
2. 평형 조건 $\Delta G = 0$, $Q = K$를 대입한다.
3. $0 = \Delta G^\circ + RT\ln K$에서 정리하면 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$, 즉 $\ln K = -\Delta G^\circ / RT$, $K = e^{-\Delta G^\circ / RT}$가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X. $\ln K = \Delta G^\circ / RT$는 부호가 반대이므로 틀리다. 평형식에서 유도되는 올바른 식은 $\ln K = -\Delta G^\circ / RT$이다. 틀린 표현은 \"양의 부호\"이고, 올바르게는 \"음의 부호\"이다.
② O. $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln Q$는 표준 상태가 아닌 실제 조건에서의 자유에너지 변화 식으로 옳다. 반응지수 Q가 현재 조성 효과를 반영한다.
③ O. ②식에 평형 조건 $\Delta G = 0$, $Q = K$를 넣으면 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$가 되므로 옳다. 표준 자유에너지 변화와 평형상수의 대표식이다.
④ O. ③식 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$를 지수형으로 바꾸면 $K = e^{-\Delta G^\circ / RT}$가 된다. ③과 동치인 식이므로 옳다.

오답 포인트

자주 나오는 함정은 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$의 음의 부호를 놓치는 점이다. K가 분자처럼 보인다는 이유로 부호 없이 $\ln K = \Delta G^\circ / RT$로 넘기면 ① 같은 오답을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

자유에너지와 평형상수 문항은 먼저 $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln Q$를 떠올린 뒤, 평형이면 $\Delta G = 0$, $Q = K$를 대입해 부호를 확인하면 된다. 최종식이 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$와 동치인지 비교하면 선지를 빠르게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

평형에서는 $\Delta G = 0$, $Q = K$이므로 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$, $\ln K = -\Delta G^\circ / RT$이다.

NoteBase

문 5. 원자번호 20번인 Ca의 질량수가 46일 때, Ca의 중성자 수개는?

① 20

② 26

③ 40

④ 46

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 원자번호와 질량수의 관계를 이용해 중성자 수를 구하는 계산형 문항이다.

조건 정리

주어진 값: Ca의 원자번호는 20, 질량수는 46이다.
구해야 할 값: Ca의 중성자 수이다.
주의할 조건: 원자번호는 양성자 수이고, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다.

사용할 공식

중성자 수=질량수-원자번호
이 공식을 쓰는 이유:
질량수는 양성자 수와 중성자 수를 합한 값이고, 원자번호는 양성자 수이므로 질량수에서 원자번호를 빼면 중성자 수가 된다.

계산 과정

1. Ca의 양성자 수는 원자번호와 같으므로 20이다.
2. 질량수 46은 양성자 수와 중성자 수의 합이다.
3. 따라서 중성자 수는 $46 - 20 = 26$이다.

선지 판단

① X: 20은 중성자 수가 아니라 원자번호와 같은 양성자 수이다. 틀린 표현은 '중성자 수가 20개'라는 판단이고, 올바르게는 '양성자 수가 20개'이다.
② O: 계산 결과 중성자 수는 26이다. 질량수 46에서 원자번호 20을 빼면 26이므로 옳다.
③ X: 중성자 수가 40개라면 질량수는 양성자 20개와 합해 60이 되어야 하므로 제시 조건과 맞지 않는다. 틀린 표현은 '중성자 수가 40개'라는 판단이고, 올바르게는 '중성자 수가 26개'이다.
④ X: 46은 중성자 수가 아니라 질량수이다. 틀린 표현은 '중성자 수가 46개'라는 판단이고, 올바르게는 '질량수는 46이고 중성자 수는 26개'이다.

NoteBase

오답 포인트

원자번호, 질량수, 중성자 수를 같은 종류의 숫자로 보고 그대로 고르는 실수가 잦다. 특히 ①은 원자번호를, ④는 질량수를 그대로 답으로 착각하게 만드는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자 구조 계산 문제는 먼저 원자번호가 양성자 수라는 점을 확인하고, 질량수에서 원자번호를 빼서 중성자 수를 구하면 된다.

암기 포인트

질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이고, 중성자 수는 질량수에서 원자번호를 뺀 값이다.

NoteBase

문 6. SO_3^{2-}의 루이스 구조를 그렸을 때 S에 존재하는 비공유 전자의 수[개]는?

① 0

② 1

③ 2

④ 3

정답 3번

출제 포인트

루이스 구조에서 총 원자가전자 수를 맞춘 뒤 중심 원자 S에 남는 비공유전자가 몇 개인지 판단하는 문제이다.

핵심 개념

SO_3^{2-}의 총 원자가전자는 $6 + 3 \times 6 + 2 = 26$개이다.
세 개의 S-O 결합을 놓고 각 O의 옥텟을 채우면 S에는 전자 2개가 남아 비공유전자 1쌍이 된다.
공명구조는 S=O 하나와 S-O^- 둘로 나타낼 수 있지만, 어느 루이스 구조에서도 S의 비공유전자 수는 2개이다.

선지별 해설

① X: S의 비공유전자를 0개로 두면 총 26개 전자 배치가 맞지 않는다. 세 O의 옥텟을 채운 뒤 S에 전자 2개가 남는다. 틀린 표현은 '0개'이며, 올바르게는 '2개'이다.
② X: S에는 비공유전자 1쌍이 있지만 문제는 전자 수를 묻고 있으므로 1개가 아니다. 틀린 표현은 '1개'이며, 올바르게는 '전자 2개'이다.
③ O: SO_3^{2-}는 총 26개의 원자가전자를 가지며 루이스 구조에서 S에는 비공유전자 1쌍이 남는다. 따라서 S의 비공유전자 수는 2개이다.
④ X: 비공유전자 3개는 홀전자가 포함된 상태를 뜻하는데, 이 문항의 루이스 구조에서는 그런 배치를 쓰지 않는다. 틀린 표현은 '3개'이며, 올바르게는 '2개'이다.

오답 포인트

②와 ③을 헷갈리기 쉽다. S에 비공유전자 1쌍이 있다는 사실은 맞지만, 문항은 쌍의 수가 아니라 전자 수를 묻기 때문에 답은 1이 아니라 2이다.

다시 나오면 이렇게 판단

다원자 이온의 루이스 구조는 총 원자가전자 수를 먼저 계산하고, 골격을 만든 뒤 말단 원자의 옥텟을 채운 다음 중심 원자에 남는 전자를 세면 된다. 마지막에 문제에서 쌍의 수를 묻는지 전자 수를 묻는지 다시 확인하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

SO_3^{2-}의 S는 비공유전자 1쌍, 전자 수로는 2개이다.

NoteBase

문 7. 바닥 상태의 전자 배치로 옳지 않은 것은?

① ${}_{6}C$: $[He]2s^2 2p^2$

② ${}_{17}Cl$: $[Ne]3s^2 3p^5$

③ ${}_{24}Cr$: $[Ar]4s^2 3d^4$

④ ${}_{30}Zn$: $[Ar]4s^2 3d^{10}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 원자의 바닥 상태 전자 배치와 전이 원소의 예외적 전자 배치를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

바닥 상태 전자 배치는 원자가 가장 안정한 에너지 상태일 때의 전자 배치이다. 일반적으로 오비탈은 에너지가 낮은 순서로 채워지지만, 전이 원소 일부는 반쯤 채워진 d 오비탈이나 완전히 채워진 d 오비탈의 안정성 때문에 예외를 보인다.
크로뮴은 $3d$ 오비탈이 반쯤 채워진 $3d^5$ 상태가 더 안정하여 $[Ar]4s^1 3d^5$가 바닥 상태이다.

선지별 해설

① O
탄소의 원자번호는 6이므로 전자 6개를 채우면 $[He]2s^2 2p^2$가 된다. 이는 탄소의 바닥 상태 전자 배치와 일치한다.

② O
염소의 원자번호는 17이므로 $[Ne]3s^2 3p^5$가 된다. $3p$ 오비탈에 전자 5개가 들어 있는 바닥 상태 배치가 맞다.

③ X
틀린 부분은 $[Ar]4s^2 3d^4$라는 표현이다. 크로뮴은 예외적으로 $4s$ 전자 1개가 $3d$로 이동하여 반쯤 채워진 $3d^5$ 상태가 더 안정하므로, 바닥 상태 전자 배치는 $[Ar]4s^1 3d^5$이다.

④ O
아연의 원자번호는 30이므로 $[Ar]4s^2 3d^{10}$가 된다. $3d$ 오비탈이 완전히 채워진 안정한 바닥 상태 배치이다.

오답 포인트

크로뮴과 구리는 오프바우 원리를 기계적으로 적용하면 틀리기 쉬운 대표 예외이다. ③처럼 크로뮴을 $[Ar]4s^2 3d^4$로 쓰면 가장 흔한 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

주기율표 전자 배치 문제에서는 먼저 기본 채움 순서를 적용한 뒤, 크로뮴과 구리처럼 d 오비탈의 반충전 또는 완전충전 안정성이 작동하는 예외 원소인지 추가로 판단한다.

암기 포인트

크로뮴은 $[Ar]4s^{1}3d^{5}$, 구리는 $[Ar]4s^{1}3d^{10}$이 대표 예외이다.

문 8. <보기>의 각 화합물에 대한 설명 중 옳지 않은 것을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. CaS는 Ca^{2+} 양이온과 S^{2-} 음이온의 이온결합 화합물이다.

ㄴ. 암모니아는 질소 원자 한 개와 수소 원자 세 개 비율의 공유결합으로 형성된 다원자 분자이며 화학식은 NH_3이다.

ㄷ. HCl은 H^+ 양이온과 Cl^- 음이온 간의 이온결합 화합물이다.

ㄹ. KI는 K^{2+} 양이온과 I^{2-} 음이온 간의 이온결합 화합물이다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이온결합 화합물과 공유결합 분자를 구별하고, 화학식에서 이온의 실제 전하를 정확히 읽을 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

이온결합 화합물은 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 이루는 화합물이다. 공유결합 분자는 원자들이 전자쌍을 공유하여 이루는 분자이다.

CaS와 KI 같은 금속+비금속 화합물은 대표적 이온결합 화합물이고, NH3와 HCl은 분자 자체로는 공유결합 물질이다.

칼슘 이온은 Ca2+, 황화 이온은 S2-이고, 칼륨 이온은 K+, 아이오딘화 이온은 I-이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 옳다. CaS는 Ca2+와 S2-로 이루어진 이온결합 화합물이다.
ㄴ도 옳다. 암모니아는 질소 1개와 수소 3개가 공유결합한 분자이고 화학식은 NH3이다.
따라서 ①의 '옳지 않은 것'을 ㄱ, ㄴ으로 잡은 부분이 틀리다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ은 옳은 설명이다.

② X
ㄱ은 옳지만 ㄹ은 옳지 않다. KI에서 칼륨은 K2+가 아니라 K+이고, 아이오딘은 I2-가 아니라 I-이다.
따라서 ②의 조합은 하나만 틀린 진술을 포함하므로 정답 조합이 될 수 없다. 올바르게는 ㄱ은 옳고 ㄹ은 옳지 않다.

③ X
ㄴ은 옳고 ㄷ은 옳지 않다. HCl은 분자 자체로는 H와 Cl이 전자를 공유한 공유결합 분자이지, H+와 Cl- 사이의 이온결합 화합물로 보지 않는다.
따라서 ③은 틀린 진술을 하나만 고른 조합이다. 올바르게는 ㄴ은 옳고, ㄷ과 ㄹ을 함께 골라야 한다.

④ O
ㄷ, ㄹ은 모두 옳지 않은 설명이다. ㄷ의 틀린 표현은 'H+ 양이온과 Cl- 음이온 간의 이온결합 화합물'이라는 부분이다. 올바르게는 HCl은 H와 Cl이 공유결합한 분자이다.
ㄹ의 틀린 표현은 'K2+ 양이온과 I2- 음이온'이라는 부분이다. 올바르게는 KI는 K+와 I- 사이의 이온결합 화합물이다.

오답 포인트

HCl이 물속에서 이온화된다는 사실 때문에 분자 자체도 이온결합이라고 오해하기 쉽다. 또 KI의 아래첨자 1이 생략된 화학식을 보고 이온 전하를 2가로 잘못 붙이면 ㄹ을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

금속과 비금속이 만나면 먼저 이온결합 가능성을 본다. 화학식에서 각 원소가 실제로 만드는 대표 이온의 전하를 확인하고, 분자식만 제시된 HCl·NH3 같은 물질은 우선 공유결합 분자로 판단하면 된다.

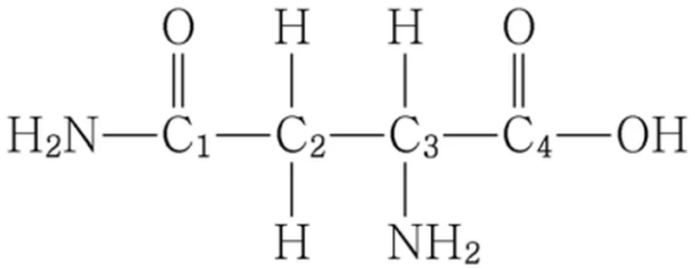
암기 포인트

CaS, KI는 이온결합이고 NH3, HCl은 분자 자체로는 공유결합이다.

NoteBase

문 9. <보기> 속 화합물의 탄소 중 카이랄 중심 탄소는?

〈보기〉



① C_1

② C_2

③ C_3

④ C_4

정답 3번

출제 포인트

카이랄 중심은 sp^3 탄소에 결합한 네 치환기가 모두 서로 다른지로 판단한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
C1은 아미드기의 카보닐 탄소라서 sp^2 평면 구조를 가지므로 카이랄 중심이 아니다.
틀린 표현은 "C1이 카이랄 중심"이다. 올바르게는 "C1은 카보닐 탄소이므로 카이랄 중심이 아니다"이다.

② X
C2는 위아래로 H가 각각 하나씩 붙어 있어 같은 치환기 H를 두 개 가진 CH_2 탄소이다. 따라서 네 치환기가 서로 달라야 하는 조건을 만족하지 못한다.
틀린 표현은 "C2가 카이랄 중심"이다. 올바르게는 "C2는 H를 두 개 가져 비카이랄 탄소이다"이다.

③ O
C3는 H, NH2, 왼쪽의 C2 쪽 사슬, 오른쪽의 C4 쪽 사슬이 모두 달라 sp^3 탄소 중 카이랄 중심이 된다.

④ X
C4는 카복실기의 카보닐 탄소라서 sp^2 탄소이며 평면 구조를 가진다. 따라서 카이랄 중심이 아니다.
틀린 표현은 "C4가 카이랄 중심"이다. 올바르게는 "C4는 카복실기의 카보닐 탄소이므로 카이랄 중심이 아니다"이다.

오답 포인트

C2와 C3가 모두 수소를 하나씩 가진 것처럼 보여 혼동하기 쉽지만, C2는 H가 두 개 붙은 CH_2 탄소이고 C3만 네 치환기가 모두 다르다. 또 C1과 C4는 탄소라는 이유만으로 고르기 쉽지만 카보닐 탄소는 sp^2라서 카이랄 중심이 될 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $C=O$를 가진 탄소는 모두 제외하고, 남은 sp^3 탄소마다 같은 치환기가 두 개 있는지 확인하면 된다. 네 치환기가 모두 다르면 카이랄 중심이다.

암기 포인트

카이랄 중심 판별은 "sp^3 탄소 + 네 치환기 모두 다름"으로 정리된다.

NoteBase

문 10. B_2, N_2, O_2 **중에서 상자기성 분자를 모두 고른 것은?**

① N_2

② B_2, O_2

③ B_2, N_2

④ N_2, O_2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 분자 오비탈 전자배치에서 홀전자 유무로 상자기성과 반자기성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

상자기성 분자는 분자 오비탈에 홀전자가 1개 이상 있는 분자이다.
반자기성 분자는 모든 전자가 짝지어져 있는 분자이다.
B2는 π_{2p} 오비탈에 홀전자 2개가 남아 상자기성이고, N2는 모든 전자가 짝지어져 반자기성이며, O2는 π^*_{2p} 오비탈에 홀전자 2개가 있어 상자기성이다.

선지별 해설

① X
N2는 분자 오비탈에 있는 전자가 모두 짝지어져 있으므로 홀전자가 없다.
틀린 표현은 N2를 상자기성 분자로 본 부분이다. 올바르게는 N2는 반자기성 분자이다.
② O
B2는 π_{2p} 오비탈에 홀전자 2개가 있고, O2는 π^*_{2p} 오비탈에 홀전자 2개가 있어 둘 다 상자기성이다.
③ X
B2는 맞지만 N2가 틀리다. N2는 모든 전자가 짝지어져 있다.
틀린 표현은 N2를 상자기성 분자에 포함한 부분이다. 올바르게는 B2, O2가 상자기성 분자이다.
④ X
O2는 맞지만 N2가 틀리다. N2는 홀전자가 없다.
틀린 표현은 N2를 상자기성 분자에 포함한 부분이다. 올바르게는 B2, O2가 상자기성 분자이다.

오답 포인트

상자기성 여부를 결합 차수나 분자의 안정성으로 판단하면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 O2만 상자기성이라고 외우고 B2의 홀전자를 놓치거나, N2의 강한 결합 때문에 상자기성으로 착각하는 데 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

이런 문항은 분자 오비탈에 홀전자가 있는지만 먼저 보면 된다. B2는 π_{2p}, O2는 π_{2p}^{*}에 홀전자가 남고 N2는 전자가 모두 짝지어져 있으므로 B2와 O2만 고르면 된다.

암기 포인트

B2와 O2는 홀전자 때문에 상자기성이고 N2는 짝전자만 있어 반자기성이라는 대비가 핵심이다.

NoteBase

문 11. <보기>는 공업적으로 질소와 수소를 반응시켜 암모니아를 제조하는 화학 반응식이다. N_2 2 mol과 H_2 9 mol로부터 최대로 얻을 수 있는 NH_3의 몰수[mol]는?

<보기>

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

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 반응식의 계수를 몰비로 해석하여 제한 반응물을 찾고 생성되는 암모니아의 최대 몰수를 계산하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: N_2 2 mol, H_2 9 mol
- 반응식: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
- 구해야 할 값: 최대로 얻을 수 있는 NH_3의 몰수
- 주의할 조건: 최대 생성량은 먼저 모두 소모되는 제한 반응물 기준으로 계산된다.

사용할 공식

화학 반응식의 계수비는 몰비이므로 $N_2 : H_2 : NH_3 = 1 : 3 : 2$로 해석한다.
이 비를 쓰는 이유는 문제에서 각 물질의 양을 mol로 직접 주었으므로 질량 변환 없이 계수비만으로 제한 반응물과 생성량을 판단할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. N_2 2 mol이 모두 반응하려면 H_2는 $2 \times 3 = 6$ mol 필요하다.
2. 실제 H_2는 9 mol이므로 H_2는 남고 N_2가 제한 반응물이다.
3. 반응식에서 N_2 1 mol은 NH_3 2 mol을 만든다.
4. 따라서 N_2 2 mol은 NH_3 $2 \times 2 = 4$ mol을 만든다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 1 mol은 계산 결과와 맞지 않는다. N_2 2 mol이 모두 반응하면 NH_3는 4 mol 생성된다.
- 틀린 표현은 생성량을 1 mol로 본 점이다. 올바르게는 4 mol이다.

② X
- 2 mol은 N_2 1 mol이 반응했을 때의 생성량이다. 주어진 N_2는 2 mol이므로 최대 생성량과 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 N_2 전체가 아니라 절반만 반응한 것처럼 계산한 점이다. 올바르게는 4 mol이다.

③ X
- 3 mol은 반응식의 계수 3을 생성물 계수처럼 잘못 적용했을 때 나올 수 있는 값이다. 생성물 NH_3의 계수는 2이다.
- 틀린 표현은 N_2 : NH_3의 몰비를 잘못 잡은 점이다. 올바르게는 1 : 2이므로 4 mol이다.

④ O
- N_2가 제한 반응물이고, N_2 2 mol로부터 NH_3 4 mol이 생성된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

오답 포인트

H_2 9 mol이라는 큰 수에 끌려 수소를 기준으로 바로 계산하거나, 반응식의 계수 3을 NH_3의 계수로 착각하면 오답이 나온다. 이 문항의 함정은 제한 반응물을 먼저 찾지 않고 눈에 띄는 숫자만 사용하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식 계산 문제는 반응식 계수를 몰비로 적고, 주어진 양으로 어느 물질이 먼저 소모되는지 확인한 뒤, 그 제한 반응물 기준으로 생성물의 양을 계산하면 된다.

암기 포인트

최대 생성량은 남는 물질이 아니라 먼저 다 쓰이는 제한 반응물이 결정한다.

NoteBase

문 12. 25℃에서 $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$가 되는 반응의 평형 상수 K_p가 0.15이다. NO_2의 평형 압력이 0.3기압일 때, N_2O_4의 부분 압력[기압]은?

① 0.6

② 1.0

③ 1.2

④ 1.5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 $K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}}$를 이용해 N_2O_4의 평형 부분 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $K_p = 0.15$, $P_{NO_2} = 0.3$기압이다.
구해야 할 값은 $P_{N_2O_4}$이다.
주의할 조건은 반응식의 계수 2 때문에 NO_2의 압력이 식에서 제곱으로 들어간다는 점이다.

사용할 공식

$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}}$
이 반응은 $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$이므로 생성물 NO_2의 부분 압력은 계수만큼 지수로 올라가고, 반응물 N_2O_4의 부분 압력은 분모에 1제곱으로 들어간다.

계산 과정

1. 평형식에 값을 대입하면 $0.15 = \frac{(0.3)^2}{P_{N_2O_4}}$이다.
2. $(0.3)^2 = 0.09$이므로 $0.15 = \frac{0.09}{P_{N_2O_4}}$이다.
3. 식을 정리하면 $P_{N_2O_4} = \frac{0.09}{0.15} = 0.6$기압이다.

NoteBase

선지 판단

① O
선지의 수치 0.6은 계산 결과와 일치한다. N_2O_4의 평형 부분 압력은 0.6기압이다.

② X
선지의 수치 1.0은 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 "1.0"이고, 올바르게는 "0.6기압"이다.

③ X
선지의 수치 1.2는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 "1.2"이고, 올바르게는 "0.6기압"이다.

④ X
선지의 수치 1.5는 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 "1.5"이고, 올바르게는 "0.6기압"이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 NO_2의 계수 2를 지수로 처리하지 않고 단순히 2를 곱하거나, K_p 식을 정리하면서 분자와 분모를 뒤집는 실수이다. 이 문제는 숫자가 단순해 보여도 $(0.3)^2$를 먼저 계산하지 않으면 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 평형 계산형은 반응식의 계수를 먼저 지수로 옮겨 K_p 식을 세운 뒤, 주어진 압력을 대입하고 마지막에 미지 압력을 식 정리로 구하면 된다.

암기 포인트

기체 평형에서 반응식 계수는 K_p 식의 지수로 들어가며, 이 문항의 값은 $0.3^2 = 0.09$, $0.09 \div 0.15 = 0.6$이다.

NoteBase

문 13. <보기>는 $A \rightarrow 2B$가 되는 반응에 대한 반응 속도식이다. 반감기 $t_{1/2}$는 어떻게 표현될 수 있는가? (단, $[A]_0$는 A의 초기 농도이다.)

<보기>

반응 속도 = $k[A]$

① $\frac{1}{k[A]_0}$

② $\frac{\ln 2}{k[A]_0}$

③ $\frac{\ln 2}{k}$

④ $\frac{\ln 2}{[A]_0}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반응 속도식 $v = k[A]$가 주어졌을 때 1차 반응의 반감기 공식을 적용해 $t_{1/2}$를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반응 속도식이 $v = k[A]$이다.

구해야 할 값: 반감기 $t_{1/2}$이다.

주의할 조건: 속도가 $[A]$에 1제곱으로 비례하므로 1차 반응이며, 1차 반응의 반감기는 초기 농도와 무관하다.

사용할 공식

1차 반응의 적분식은 $\ln([A]_0/[A]_t) = kt$이다.

반감기에서는 $[A]_t = [A]_0/2$이므로

$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$

가 된다.

이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 속도식이 $k[A]$ 형태로 주어져 반응 차수가 1차로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 속도식 $v = k[A]$를 보고 1차 반응임을 확인한다.
2. 1차 반응 적분식 $\ln([A]_0/[A]_t) = kt$를 쓴다.
3. 반감기에서 $[A]_t = [A]_0/2$를 대입하면 $\ln([A]_0/([A]_0/2)) = \ln 2$이므로 $kt_{1/2} = \ln 2$이다.
4. 따라서 $t_{1/2} = \ln 2/k$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

$1/(k[A]_0)$는 2차 반응 $v = k[A]^2$에서 나오는 형태이다. 이 문항은 1차 반응이므로 초기 농도 $[A]_0$가 들어가지 않는다. 틀린 표현은 분모에 $[A]_0$가 포함된 점이며, 올바르게는 $t_{1/2} = \ln 2/k$이다.

② X

$\ln 2/(k[A]_0)$도 반감기에 초기 농도 $[A]_0$를 넣은 식이므로 1차 반응과 맞지 않는다. 틀린 표현은 $[A]_0$에 반감기가 의존한다고 본 점이며, 올바르게는 $t_{1/2} = \ln 2/k$이다.

③ O

1차 반응에서는 $t_{1/2} = \ln 2/k$이므로 맞는 식이다. 반감기는 속도상수 k에만 의존하고 초기 농도와는 무관하다.

④ X

$\ln 2/[A]_0$는 차원부터 시간 단위가 되지 않는다. 반감기 식에는 반드시 속도상수 k가 포함되어야 한다. 틀린 표현은 k가 빠진 점이며, 올바르게는 $t_{1/2} = \ln 2/k$이다.

오답 포인트

1차 반응과 2차 반응의 반감기 공식을 섞으면 ①, ②처럼 $[A]_0$를 억지로 넣게 된다. 또 ④처럼 $\ln 2$만 기억하고 k를 빠뜨리면 식의 단위가 맞지 않게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

반감기 문제는 먼저 속도식에서 반응 차수를 판별한 뒤 그 차수의 반감기 공식을 적용하면 된다. $k[A]$이면 1차 반응이므로 반감기는 초기 농도와 무관하다고 판단할 수 있다.

암기 포인트

1차 반응은 $t_{1/2} = \ln 2/k$, 2차 반응은 $t_{1/2} = 1/(k[A]_0)$로 구분된다.

NoteBase

문 14. <보기>의 반응은 500°C에서 0.25의 평형 상수 값(K_c)을 가진다. 500°C에서 A(g) 2 mol과 B(g) 2 mol을 2 L 반응 용기에 채웠을 때, 다음의 설명 중 가장 옳은 것은?

<보기>

$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$

① 평형에서 반응물 A와 B의 농도는 각각 0.6M, 0.8M이다.

② 평형에서 반응 용기 속 생성물 C(g)는 0.4 mol 존재한다.

③ 평형에서 생성물 C(g)의 몰분율은 0.2이다.

④ 반응 용기 속 생성물의 농도가 0.3M이라면, 반응은 왼쪽으로 진행된다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 평형상수식 $K_c = \frac{[C]^2}{[A][B]}$를 세워 평형 농도와 몰분율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 500°C, $K_c = 0.25$, 반응식은 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$이다.
초기 농도: A와 B는 각각 $\frac{2mol}{2L} = 1M$이고 C는 0 M이다.
구해야 할 값: 평형 농도, 생성물 C의 몰수와 몰분율, 각 선지의 옳고 그름이다.
주의할 조건: A와 B의 계수와 초기농도가 같으므로 평형에서도 A와 B의 농도는 서로 같다.

사용할 공식

평형에서 A와 B가 각각 xM만큼 반응하면 $[A] = 1 - x$, $[B] = 1 - x$, $[C] = 2x$이다.
따라서 $K_c = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2}$
이 공식을 쓰는 이유는 주어진 반응이 기체 평형 반응이고, 평형상수 값이 평형 농도 사이의 관계를 직접 결정하기 때문이다.

계산 과정

1. 평형상수식을 세우면 $\frac{(2x)^2}{(1-x)^2} = 0.25$이다.
2. 양변에 제곱근을 취하면 $\frac{2x}{1-x} = 0.5$이고, 정리하면 $2x = 0.5 - 0.5x$, $2.5x = 0.5$이므로 $x = 0.2$이다.
3. 따라서 평형 농도는 $[A] = [B] = 0.8M$, $[C] = 0.4M$이다.
4. C의 몰수는 $0.4M \times 2L = 0.8mol$이다.
5. 전체 몰수는 $1.6 + 1.6 + 0.8 = 4.0mol$이므로 C의 몰분율은 $\frac{0.8}{4.0} = 0.2$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
A와 B는 같은 양으로 출발하고 반응식의 계수도 같으므로 평형에서도 농도가 같아야 한다. 계산 결과 평형 농도는 둘 다 $0.8M$이다. 틀린 표현은 "A와 B의 농도는 각각 0.6M, 0.8M"이고, 올바르게는 "A와 B의 농도는 각각 0.8M, 0.8M"이다.

② X
계산 결과 평형에서 C의 농도는 $0.4M$이지만, 반응 용기 부피가 2 L이므로 실제 몰수는 $0.8mol$이다. 틀린 표현은 "C(g)는 0.4 mol 존재한다"이고, 올바르게는 "C(g)의 농도는 0.4M이며 몰수는 0.8 mol 존재한다"이다.

③ O
평형에서 C의 몰수는 $0.8mol$, 전체 몰수는 $4.0mol$이므로 몰분율은 $0.8/4.0 = 0.2$이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

④ X
생성물의 농도가 $0.3M$라면 $[A] = [B] = 0.85M$이고 반응지수는 $Q_c = \frac{0.3^2}{0.85^2} \approx 0.125$이다. 이는 $K_c = 0.25$보다 작으므로 평형에 도달하려면 오른쪽으로 더 진행되어 C가 더 생성된다. 틀린 표현은 "반응은 왼쪽으로 진행된다"이고, 올바르게는 "반응은 오른쪽으로 진행된다"이다.

오답 포인트

②처럼 농도와 몰수를 혼동하면 오답이 된다. ①에서는 계수가 같고 초기농도도 같은 반응이라는 점을 놓치기 쉽고, ④에서는 평형상수와 반응지수의 대소 비교를 반대로 판단하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 평형 계산형은 초기 농도를 먼저 맞춘 뒤 변화량을 문자로 두고 K_c 식을 세운다. 계산이 끝나면 농도와 몰수, 그리고 Q_c와 K_c의 비교를 각각 따로 검산하면 선지 판단이 안정된다.

암기 포인트

평형에서는 $Q_c < K_c$이면 오른쪽, $Q_c > K_c$이면 왼쪽으로 진행된다. 농도 × 부피가 몰수라는 점도 함께 묶어 기억해 두는 것이 핵심이다.

NoteBase

문 15. 25℃에서 $CaF_2(s)$의 용해도곱 상수 K_{sp}는 1.5×10^{-10}이다. 25℃에서 0.01M $NaF(aq)$가 존재할 때, $CaF_2(s)$의 몰 용해도 값[M]으로 가장 가까운 것은?

① 1.5×10^{-6}

② 1.5×10^{-8}

③ 1.5×10^{-10}

④ 1.5×10^{-12}

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 공통 이온 F^-가 존재할 때 $K_{sp} = [Ca^{2+}][F^-]^2$를 이용해 CaF_2의 몰 용해도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $K_{sp} = 1.5 \times 10^{-10}$, $NaF = 0.01\text{M}$
구해야 할 값: CaF_2의 몰 용해도 s
주의할 조건: NaF가 이미 F^-를 공급하므로 평형에서 $[F^-] = 0.01 + 2s \approx 0.01\text{M}$로 본다.

사용할 공식

$CaF_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2F^-$
$K_{sp} = [Ca^{2+}][F^-]^2$
이 공식을 쓰는 이유: CaF_2의 용해 평형에서는 이온 농도곱이 K_{sp}가 되기 때문이다. 이 문제는 공통 이온 F^-의 농도가 이미 주어져 있으므로 $[Ca^{2+}] = s$로 두고 바로 정리할 수 있다.

계산 과정

용해도를 s라 두면 $[Ca^{2+}] = s$, $[F^-] = 0.01 + 2s$이다.
공통 이온 0.01M가 이미 충분히 크므로 $0.01 + 2s \approx 0.01$로 본다.
$1.5 \times 10^{-10} = s(0.01)^2 = s \times 10^{-4}$
$s = \frac{1.5 \times 10^{-10}}{10^{-4}} = 1.5 \times 10^{-6}\text{M}$
따라서 CaF_2의 몰 용해도는 $1.5 \times 10^{-6}\text{M}$이다.

NoteBase

선지 판단

① O: 계산 결과가 1.5×10^{-6}M이므로 맞다.
② X: 1.5×10^{-8}M은 $[F^-]$를 제곱하지 않고 0.01로 한 번만 나누는 실수에서 나오기 쉽다. 올바르게는 K_{sp}에서 $(0.01)^2$를 나누어 1.5×10^{-6}M이 된다.
③ X: 1.5×10^{-10}M은 K_{sp} 값을 용해도와 같은 값으로 착각한 것이다. 올바르게는 K_{sp}는 농도곱 상수이고, 용해도는 1.5×10^{-6}M이다.
④ X: 1.5×10^{-12}M은 공통 이온이 있으면 무조건 더 작아진다고만 보고 식 정리를 반대로 한 값이다. 올바르게는 $s = K_{sp}/(0.01)^2$이므로 1.5×10^{-6}M이다.

오답 포인트

이 문제는 공통 이온 효과 자체보다 $[F^-]$가 K_{sp} 식에서 제곱된다는 점을 놓치면 틀린다. 특히 K_{sp}를 용해도와 같은 값으로 보거나 0.01로 한 번만 나누는 실수가 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

난용성 염 계산은 먼저 해리식을 쓰고, K_{sp} 식에서 각 이온의 계수만큼 지수가 붙는지 확인한 뒤, 공통 이온의 초기농도를 대입해 s를 정리하면 된다.

암기 포인트

CaF_2처럼 1 : 2로 해리되는 염은 $K_{sp} = [Ca^{2+}][F^-]^2$이고, 공통 이온이 크면 $s \approx K_{sp}/[F^-]^2$이다.

NoteBase

문 16. 가장 강한 환원제는?

① Li

② Cu

③ Cd

④ Zn

정답 1번

출제 포인트

금속의 환원력은 표준환원전위의 크기와 연결되며, 값이 더 음수일수록 금속이 더 쉽게 산화되어 더 강한 환원제가 된다.

핵심 개념

환원제는 다른 물질에 전자를 주고 자신은 산화되는 물질이다.
금속의 환원력은 표준환원전위 E°가 더 음수일수록 크다.
이 선택지의 순서는 $\mathrm{Li}(-3.04V) > \mathrm{Zn}(-0.76V) > \mathrm{Cd}(-0.40V) > \mathrm{Cu}(+0.34V)$이다.

선지별 해설

① O: Li는 표준환원전위가 가장 음수인 금속이라 가장 쉽게 산화되고, 따라서 가장 강한 환원제이다.
② X: Cu는 네 금속 중 표준환원전위가 가장 커서 금속 자체의 환원력이 가장 약하다. 틀린 표현은 '가장 강한 환원제'이다. 올바르게는 '가장 약한 환원제'이다.
③ X: Cd는 Cu보다 환원력이 크지만 Zn와 Li보다 약하다. 틀린 표현은 '가장 강한'이다. 올바르게는 'Zn와 Li보다 약한 환원제'이다.
④ X: Zn는 Cd와 Cu보다 강한 환원제이지만 Li보다는 약하다. 틀린 표현은 '가장 강한'이다. 올바르게는 'Li보다 약하지만 Cd와 Cu보다 강한 환원제'이다.

오답 포인트

환원제를 '자신이 환원되기 쉬운 물질'로 거꾸로 기억하면 Cu를 고르기 쉽다. 환원제는 남을 환원시키는 물질이므로 자신은 산화되기 쉬워야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

금속의 환원제 세기를 묻는 문제는 표준환원전위를 비교하면 된다. E°가 더 음수이면 금속이 전자를 더 잘 내놓으므로 더 강한 환원제이다.

NoteBase

암기 포인트

환원제는 전자를 주고 산화되며, 이 문항의 환원력 순서는 Li > Zn > Cd > Cu이다.

NoteBase

문 17. 농도를 알 수 없는 이양성자산 50mL를 중화시키기 위하여 0.40M KOH 용액 25mL가 사용되었다면, 다음 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 이양성자산의 농도는 0.10M이다.

② 이양성자산 100mL를 중화시키는 데 필요한 KOH의 몰수는 0.01 mol이다.

③ 이양성자산 1 mol당 KOH 2 mol이 반응한다.

④ 이 중화반응을 통해 생성되는 물의 몰수는 0.01 mol이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이양성자산의 중화 반응에서 몰비와 농도식을 이용해 산의 농도, 필요한 KOH 몰수, 생성되는 물의 몰수를 연결하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 농도를 모르는 이양성자산 $50mL$, $0.40M$ KOH 용액 $25mL$이다.
구해야 할 값: 이양성자산의 농도, $100mL$를 중화하는 데 필요한 KOH 몰수, 생성되는 물의 몰수이다.
주의할 조건: 이양성자산은 H^+를 2개 내놓으므로 KOH와의 몰비가 1 : 2이다.

사용할 공식

중화점에서는 산이 내놓는 H^+ 몰수와 염기가 내놓는 OH^- 몰수가 같다.
$n(\mathrm{KOH}) = MV$
$\mathrm{H_2A + 2KOH \rightarrow K_2A + 2H_2O}$
이 공식을 쓰는 이유는 이양성자산 1몰이 H^+를 2몰 내놓아 KOH 2몰과 반응하기 때문이다.

계산 과정

1. 사용된 KOH의 몰수는 $0.40M \times 0.025L = 0.010mol$이다.
2. 이양성자산의 몰수는 $0.010mol \div 2 = 0.005mol$이다.
3. 이양성자산의 농도는 $0.005mol \div 0.050L = 0.10M$이다.
4. 같은 산 $100mL$에는 이양성자산이 $0.10M \times 0.100L = 0.010mol$ 들어 있으므로 필요한 KOH는 $0.020mol$이다.
5. 반응식에서 KOH 2몰이 물 2몰을 만들므로 사용된 KOH $0.010mol$은 물 $0.010mol$을 생성한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 50mL 속 이양성자산 몰수가 0.005mol이므로 농도는 $0.005 \div 0.050 = 0.10M$이다.
② X: 100mL 속 이양성자산은 0.010mol이고, 이양성자산 1몰당 KOH 2몰이 필요하므로 KOH는 0.020mol이 필요하다. 틀린 표현은 "0.01 mol"이고, 올바르게는 "0.02 mol"이다.
③ O: 이양성자산은 양성자를 두 개 내놓으므로 반응식은 $H_2A + 2KOH \rightarrow K_2A + 2H_2O$가 되고, 몰비는 1 : 2이다.
④ O: KOH 1몰이 물 1몰을 만들므로 사용된 KOH 0.010mol만큼 물도 0.010mol 생성된다.

오답 포인트

②는 100mL에 들어 있는 산의 몰수 0.010mol을 곧바로 KOH 몰수로 착각하면 고르기 쉬운 선지이다. 이 문제의 핵심 함정은 이양성자산이라는 조건을 빼먹고 산:염기 몰비를 1 : 1로 잘못 보는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

중화 계산은 먼저 실제로 사용된 강염기의 몰수를 구하고, 산의 양성자 수를 반영해 산 몰수로 환산한 뒤, 그 값을 농도나 다른 부피 조건으로 옮겨 계산한다.

암기 포인트

이양성자산은 산 1몰당 OH^- 2몰이 필요하므로 산 몰수는 사용된 KOH 몰수의 절반이다.

NoteBase

문 18. <보기>의 다양성자산 중에서 이양성자산을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. H_2CO_3 ㄴ. HOOC−COOH

ㄷ. H_3PO_3 ㄹ. H_3AsO_4

① ㄱ, ㄴ

② ㄴ, ㄷ

③ ㄷ, ㄹ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 산성 수소의 개수를 기준으로 이양성자산과 삼양성자산을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

이양성자산은 물속에서 이온화될 수 있는 산성 수소를 2개 가지는 산이다. 분자식에 수소가 2개 이상 있어도 모두 이온화되는 것은 아니며, 카복실기의 수소나 O-H 결합의 수소처럼 떨어질 수 있는 수소만 센다.
H2CO3는 두 단계로 H+를 내놓는 탄산이므로 이양성자산이다. HOOC-COOH는 두 카복실기에서 각각 H+를 내놓으므로 이양성자산이다. H3PO3는 구조가 HP(O)(OH)2에 해당하여 P-H의 수소는 산성 수소가 아니고 O-H의 수소 2개만 이온화되므로 이양성자산이다. H3AsO4는 As-OH가 3개인 비소산이어서 삼양성자산이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ, ㄴ은 이양성자산이 맞지만 ㄷ도 이양성자산이므로 빠져 있다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

② X
ㄴ, ㄷ은 이양성자산이 맞지만 ㄱ인 H2CO3도 이양성자산이므로 빠져 있다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

③ X
ㄷ은 이양성자산이지만 ㄹ인 H3AsO4는 삼양성자산이므로 포함되면 안 된다. 틀린 표현은 ㄹ을 이양성자산으로 본 점이다. 올바르게는 ㄷ 대신 ㄱ, ㄴ, ㄷ의 조합이다.

④ O
ㄱ H2CO3, ㄴ HOOC-COOH, ㄷ H3PO3는 모두 산성 수소가 2개여서 이양성자산이다. ㄹ H3AsO4는 산성 수소가 3개이므로 제외되어야 하며, 따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 고른 ④가 맞다.

오답 포인트

H3PO3를 분자식만 보고 수소가 3개이므로 삼양성자산이라고 착각하기 쉽다. 이 문항의 함정은 수소의 총개수가 아니라 실제로 이온화되는 산성 수소의 개수를 묻는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

산의 양성자 수를 묻는 문제에서는 먼저 구조를 떠올려 O-H의 수소와 카복실기의 수소만 센다. P-H처럼 중심 원자에 직접 붙은 수소는 보통 산성 수소가 아니므로 제외하면 된다.

암기 포인트

양성자 수는 분자식의 총 수소 수가 아니라 이온화되는 산성 수소 수이다. H3PO3는 이양성자산, H3AsO4는 삼양성자산이다.

NoteBase

문 19. 화학식과 물질명을 옳지 않게 짝지은 것은?

① 화학식: CH_3CONH_2, 물질명: Methanamide

② 화학식: HCHO, 물질명: Methanal

③ 화학식: CH_3COOH, 물질명: Ethanoic acid

④ 화학식: $CH_3CH(OH)CH_3$, 물질명: Propan-2-ol

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 유기화합물의 작용기와 탄소 수를 보고 IUPAC 물질명을 올바르게 대응할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

Methan-은 탄소 1개, ethan-은 탄소 2개, propan-은 탄소 3개를 뜻한다.
Amide는 –CONH2, aldehyde는 –CHO, carboxylic acid는 –COOH, alcohol은 –OH를 기준으로 이름을 붙인다.

선지별 해설

1번: X. CH3CONH2는 탄소가 2개인 amide이므로 이름은 ethanamide이다. 틀린 표현은 Methanamide이다. 올바르게는 Ethanamide이며, methanamide는 HCONH2이다.
2번: O. HCHO는 탄소가 1개인 aldehyde이므로 methanal이 맞다.
3번: O. CH3COOH는 탄소가 2개인 carboxylic acid이므로 ethanoic acid가 맞다.
4번: O. CH3CH(OH)CH3는 탄소가 3개이고 OH가 2번 탄소에 붙은 alcohol이므로 propan-2-ol이 맞다.

오답 포인트

1번은 amide 작용기만 보고 맞다고 넘기기 쉽지만, 접두어의 탄소 수를 함께 확인해야 한다. methan-과 ethan-을 바꾸면 바로 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 작용기를 보고 어미를 정한 뒤, 주사슬 탄소 수를 세어 methan-, ethan-, propan-을 붙이면 된다.
마지막으로 치환기 위치 번호가 필요한지 확인하면 된다.

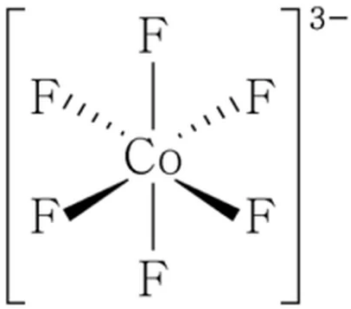
암기 포인트

HCO-는 methan-, CH3CO-는 ethan-, CH3CH(OH)CH3는 propan-2-ol이다.

NoteBase

문 20. 원자가 결합 이론(valence bond theory)을 바탕으로 할 때, <보기>와 같은 팔면체 구조를 가진 $[CoF_6]^{3-}$의 중심 원자 Co는 6개의 F^-와 결합하기 위하여 혼성 오비탈을 형성한다. 이 혼성 오비탈을 이루는 각각의 s, p, d 오비탈의 수[개]는?

〈보기〉



① s 오비탈: 1, p 오비탈: 1, d 오비탈: 4

② s 오비탈: 1, p 오비탈: 2, d 오비탈: 3

③ s 오비탈: 1, p 오비탈: 3, d 오비탈: 2

④ s 오비탈: 1, p 오비탈: 3, d 오비탈: 3

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 팔면체 착물의 혼성 오비탈 종류를 금속의 산화수와 리간드의 장세기와 연결해 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

`p 오비탈 1개, d 오비탈 4개`라는 조합이 틀렸다. 팔면체 6배위 혼성은 방향성이 다른 p 오비탈 3개를 모두 써야 하므로 $1s + 1p + 4d$ 조합은 성립하지 않는다. 올바르게는 s 1개, p 3개, d 2개이다.

② X

`p 오비탈 2개, d 오비탈 3개`라는 조합이 틀렸다. 팔면체 혼성에서는 p 오비탈이 x, y, z 세 방향을 담당하므로 p는 3개가 필요하다. 올바르게는 s 1개, p 3개, d 2개이다.

③ O

$[CoF_6]^{3-}$에서 Co는 $+3$ 산화수이므로 $3d^6$이다. F^-는 약한 장 리간드라 전자 짝지음을 강제하지 않으므로 외부 궤도형 sp^3d^2 혼성을 하고, 따라서 s 1개, p 3개, d 2개를 사용한다.

④ X

`d 오비탈 3개`라는 조합이 틀렸다. s 1개와 p 3개를 이미 쓰면 남은 d는 2개여야 총 6개의 혼성 오비탈이 되어 팔면체 6배위와 맞는다. 올바르게는 sp^3d^2이므로 d 오비탈은 2개이다.

오답 포인트

팔면체 착물이라고 해서 모두 내부 궤도형 d^2sp^3로 보면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 리간드가 F^-라는 점이며, F^-는 약한 장 리간드이므로 전자 짝지음 없이 외부 궤도형 sp^3d^2를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 착이온의 전하로 중심 금속의 산화수와 d 전자 수를 구한다. 그다음 리간드가 강한 장인지 약한 장인지 판단하여 팔면체에서 강한 장이면 내부 궤도형 d^2sp^3, 약한 장이면 외부 궤도형 sp^3d^2로 연결한다.

암기 포인트

F^-는 약한 장 리간드이고, 약장 팔면체 착물의 혼성은 $sp^3d^2 = 1s + 3p + 2d$이다.

NoteBase