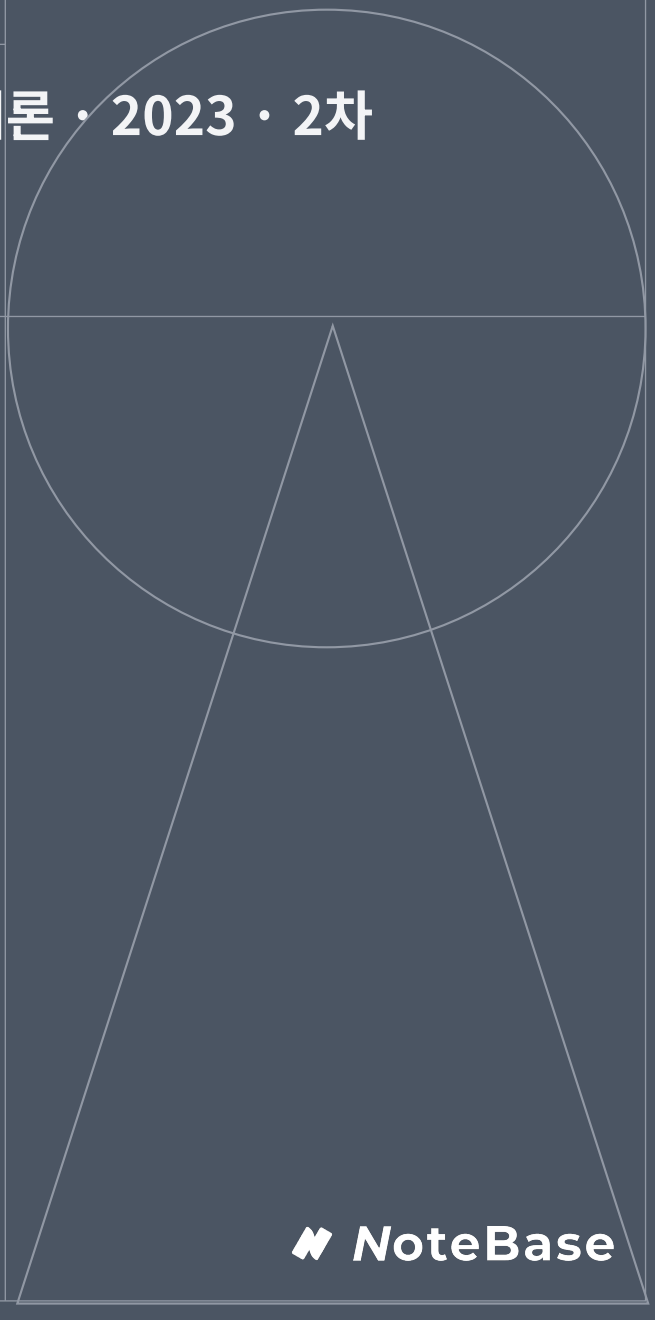
# 기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 화학개론 · 2023 · 2차



NoteBase

# 기출OX 해설집

## 공무원/국가직/7급 · 화학개론 · 2023 · 2차

**공무원/국가직/7급 · 화학개론 · 2023 · 2차**

**문 1. 중성 원자의 바닥 상태 전자 배치로 옳지 않은 것은?**

① $_{16}\mathrm{S}$ : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

② $_{20}\mathrm{Ca}$ : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

③ $_{22}\mathrm{Ti}$ : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$

④ $_{24}\mathrm{Cr}$ : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$

**정답 4번**

### 출제 포인트

이 문제는 중성 원자의 바닥 상태 전자 배치와 전이 원소의 예외 배치를 구별할 수 있는지를 묻는다.

### 핵심 개념

바닥 상태 전자 배치는 가장 낮은 에너지 상태의 전자 배치이다.
Cr은 단순한 예상 배치인 $[Ar]4s^2 3d^4$ 대신, 반가득 $3d^5$ 상태가 더 안정하여 실제 바닥 상태가 $[Ar]4s^1 3d^5$가 된다.

### 선지별 해설

1번: O. S의 원자번호는 16이므로 $[Ne]3s^2 3p^4$에 해당하고, 전체 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$로 맞다.
2번: O. Ca의 원자번호는 20이므로 $[Ar]4s^2$가 바닥 상태 전자 배치이다.
3번: O. Ti의 원자번호는 22이므로 $[Ar]4s^2 3d^2$가 맞다.
4번: X. 틀린 부분은 Cr을 $[Ar]4s^2 3d^4$로 적은 것이다. 실제 바닥 상태는 $[Ar]4s^1 3d^5$이다. $3d$가 반가득이 되면 더 안정해져서 $4s$ 전자 1개가 $3d$로 이동한다.

### 오답 포인트

Cr과 Cu는 전이 원소의 예외 배치로 자주 출제된다. 4번을 단순 채움 순서만 적용해 $[Ar]4s^2 3d^4$로 쓰면 틀린다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

주족 원소는 보통 채움 순서대로 판단하면 되지만, 전이 원소에서 Cr과 Cu가 보이면 예외 배치를 먼저 점검한다. Cr은 $4s^1 3d^5$, Cu는 $4s^1 3d^{10}$ 형태를 우선 떠올리면 된다.

NoteBase

**암기 포인트**

Cr은 반가득 $3d^5$를 만들어 $4s^1 3d^5$, Cu는 가득 찬 $3d^{10}$을 만들어 $4s^1 3d^{10}$이 된다.

NoteBase

**문 2. 수소(H)와 중수소(D)로 만들어진 HD 분자 1개에서 양성자, 중성자, 전자 개수가 각각 $a$, $b$, $c$일 때, 옳은 것은?**

① $a$는 $b$보다 크다.

② $a$는 $c$보다 크다.

③ $b$와 $c$는 같다.

④ $a$와 $b$의 합은 5이다.

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 수소 원자와 중수소 원자의 양성자, 중성자, 전자 수를 구분하여 HD 분자 전체의 입자 수를 합산할 수 있는지를 묻는다.

**핵심 개념**

수소(H)는 양성자 1개, 중성자 0개, 전자 1개를 가진다.
중수소(D)는 양성자 1개, 중성자 1개, 전자 1개를 가진다.
따라서 HD 분자 1개에서는 양성자 $a$=2, 중성자 $b$=1, 전자 $c$=2이다.

**선지별 해설**

1번: O. HD에서 $a = 2$, $b = 1$이므로 a는 b보다 크다.
2번: X. 틀린 부분은 "a는 c보다 크다"이다. 실제로는 양성자 수와 전자 수가 각각 2개이므로 a와 c는 같다.
3번: X. 틀린 부분은 "b와 c는 같다"이다. 실제로는 $b = 1$, $c = 2$이므로 같지 않다.
4번: X. 틀린 부분은 "a와 b의 합은 5이다"이다. 실제로는 $a + b = 2 + 1 = 3$이다.

**오답 포인트**

중수소를 수소와 같은 원자로만 보고 중성자 1개가 더 있다는 점을 놓치면 3번과 4번을 잘못 판단하기 쉽다. 또 중성 분자에서는 전체 양성자 수와 전자 수가 같다는 점을 놓치면 2번에서 흔들린다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

동위원소 문제는 각 원자의 양성자, 중성자, 전자 수를 먼저 따로 적은 뒤 분자 전체에서 항목별로 합산하면 된다. 중성 분자는 전체 양성자 수와 전체 전자 수가 같다는 점으로 교차 확인할 수 있다.

**암기 포인트**

수소는 1$p$, 0$n$, 1$e$, 중수소는 1$p$, 1$n$, 1$e$이므로 HD는 2$p$, 1$n$, 2$e$이다.

NoteBase

**문 3. 메테인($CH_4$) 16 g과 수증기($H_2O$) 27 g을 혼합하여 $CH_4 + 2H_2O \rightarrow 4H_2 + CO_2$ 반응을 완결시켰을 때, 생성된 수소($H_2$)의 질량과 한계 반응물을 옳게 짝 지은 것은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다)**

① 수소 질량[g]: 6, 한계 반응물: 수증기

② 수소 질량[g]: 6, 한계 반응물: 메테인

③ 수소 질량[g]: 8, 한계 반응물: 수증기

④ 수소 질량[g]: 8, 한계 반응물: 메테인

**정답 1번**

### 출제 포인트

이 문제는 반응식의 계수비로 한계 반응물을 판단하고 생성된 수소의 몰수와 질량을 구하는 문제이다.

### 조건 정리

메테인 $CH_4$ 16 g은 1 mol이고 수증기 $H_2O$ 27 g은 1.5 mol이다.
반응식은 $CH_4 + 2H_2O \rightarrow 4H_2 + CO_2$이므로 몰비는 1 : 2 : 4 : 1이다.
메테인 1 mol을 모두 반응시키려면 수증기 2 mol이 필요하므로 주어진 수증기 1.5 mol이 부족하다.

### 사용할 공식

한계 반응물은 각 반응물의 몰수를 반응식 계수로 나눈 값이 더 작은 쪽으로 판단한다.
이 문제에서는 메테인은 $\frac{1}{1} = 1$, 수증기는 $\frac{1.5}{2} = 0.75$이므로 수증기가 먼저 소모된다.
생성 수소의 몰수는 수증기 1.5 mol에 계수비 2 : 4를 적용하여 $1.5 \times \frac{4}{2} = 3$ mol로 구한다.

### 계산 과정

1. 메테인 16 g을 몰수로 바꾸면 $\frac{16}{16} = 1$ mol이다.
2. 수증기 27 g을 몰수로 바꾸면 $\frac{27}{18} = 1.5$ mol이다.
3. 반응식에서 메테인 1 mol에는 수증기 2 mol이 필요하므로 실제로는 수증기가 부족해서 한계 반응물이 된다.
4. 수증기 1.5 mol이 반응하면 수소는 $1.5 \times \frac{4}{2} = 3$ mol 생성된다.
5. 수소의 질량은 $3 \times 2 = 6$ g이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① O: 수소 질량 6 g과 한계 반응물 수증기가 모두 맞다. 수증기 1.5 mol이 한계 반응물이므로 수소는 3 mol, 즉 6 g 생성된다.
② X: 수소 질량 6 g은 맞지만 한계 반응물을 메테인이라고 한 부분이 틀리다. 올바르게는 수증기 1.5 mol이 부족하므로 한계 반응물은 수증기이다.
③ X: 한계 반응물을 수증기라고 본 점은 맞지만 수소 질량 8 g이 틀리다. 올바르게는 수증기 1.5 mol로부터 수소 3 mol, 즉 6 g이 생성된다.
④ X: 수소 질량 8 g과 한계 반응물을 메테인이라고 한 부분이 모두 틀리다. 올바르게는 수소는 6 g 생성되고 한계 반응물은 수증기이다.

### 오답 포인트

질량만 보고 27 g이 16 g보다 크므로 수증기가 많다고 판단하면 틀리기 쉽다. 반응식 비교는 질량이 아니라 몰수와 계수비로 해야 하며, 수증기 2 mol이 필요한 조건을 놓치면 8 g 같은 오답이 나온다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

반응량 계산 문제는 먼저 모든 질량을 몰수로 바꾸고, 각 반응물의 몰수를 계수로 나눈 값을 비교해 가장 작은 물질을 한계 반응물로 정한다. 그다음 한계 반응물 기준으로 생성물의 몰수를 구하고 마지막에 질량으로 환산하면 된다.

### 암기 포인트

한계 반응물은 질량이 아니라 몰수를 계수로 나눈 값이 가장 작은 물질이다.

NoteBase

**문 4. 다음 균형 반응식의 계수비 $a : b : c$로 옳은 것은?**

$aNO_2 + bH_2O \rightarrow cHNO_3 + dNO$

① 2:1:2

② 2:2:3

③ 3:1:2

④ 4:2:3

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 원자 수 보존을 이용한 미정계수법으로 $a : b : c$를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

왼쪽 원자 수는 $\mathrm{N} = a, \mathrm{O} = 2a + b, \mathrm{H} = 2b$이다.
오른쪽 원자 수는 $\mathrm{N} = c + d, \mathrm{O} = 3c + d, \mathrm{H} = c$이다.
구해야 할 값은 $a : b : c$이다.

**사용할 공식**

원자 수 보존식은 $a = c + d, 2a + b = 3c + d, 2b = c$이다.
이 식을 쓰는 이유는 화학 반응식에서 반응 전후 각 원소의 원자 수가 같아야 하기 때문이다.

**계산 과정**

1. 수소를 맞추면 $2b = c$이므로 $c = 2b$이다.
2. 질소를 맞추면 $d = a - c = a - 2b$이다.
3. 이를 산소식 $2a + b = 3c + d$에 대입하면 $2a + b = 3(2b) + (a - 2b) = a + 4b$이므로 $a = 3b$이다.
4. 따라서 $a : b : c = 3b : b : 2b = 3 : 1 : 2$이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① X: 2 : 1 : 2는 $c = 2b$는 맞지만 $a = 3b$를 만족하지 못한다. 잘못된 부분은 $a = 2$이고, 올바르게는 $a = 3$이어서 3 : 1 : 2가 된다.
② X: 2 : 2 : 3는 $b = 2$이면 $c$가 4가 되어야 하므로 수소 보존부터 맞지 않는다. 잘못된 부분은 $c = 3$이고, 올바르게는 $c = 4$이며 최종 비는 3 : 1 : 2이다.
③ O: 3 : 1 : 2를 넣으면 $d = 1$이 되어 $3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$로 모든 원소 수가 일치한다.
④ X: 4 : 2 : 3는 $b = 2$이면 $c = 4$여야 하므로 수소 보존을 어긴다. 잘못된 부분은 $c = 3$이고, 올바르게는 $c = 4$이며 비 자체도 3 : 1 : 2가 되어야 한다.

### 오답 포인트

수소 관계 $c = 2b$만 보고 바로 비를 고르면 ① 같은 오답으로 흐르기 쉽다. 이 문항은 수소식으로 $c$를 정한 뒤 질소와 산소까지 연속해서 대입해 $a = 3b$를 끝까지 확인해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

미정계수 문제는 원소별 보존식을 세운 뒤 가장 단순한 식부터 한 문자로 정리하고, 마지막에 비를 가장 간단한 정수비로 묶으면 된다.

### 암기 포인트

반응식 계수비는 한 원소만 맞춰서는 끝나지 않고, 모든 원소 보존식을 동시에 만족하는 가장 간단한 정수비여야 한다.

NoteBase

**문 5. Lewis 산-염기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① Lewis 염기는 전자쌍 주개이다.

② Lewis 산은 Brønsted-Lowry 산에 포함된다.

③ 착이온 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$이 생성되는 과정에서 $H_2O$은 Lewis 염기이다.

④ $NH_3$와 $BF_3$가 반응하여 $H_3NBF_3$가 생성되는 과정에서 $BF_3$는 Lewis 산이다.

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 Lewis 산·염기와 Brønsted-Lowry 산·염기의 정의와 포함 관계를 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

**핵심 개념**

Lewis 산은 전자쌍을 받는 종이고 Lewis 염기는 전자쌍을 주는 종이다.
Brønsted-Lowry 산은 양성자를 주는 종이고 Brønsted-Lowry 염기는 양성자를 받는 종이다.
Brønsted-Lowry 산·염기는 양성자 이동으로 정의되는 더 좁은 개념이고, 그중 산은 Lewis 산에 포함되는 방향으로 이해한다.

**선지별 해설**

1번: O. Lewis 염기는 비공유 전자쌍을 제공하여 결합을 만든다. 전자쌍 주개라는 정의와 일치한다.
2번: X. 틀린 부분은 'Lewis 산은 Brønsted-Lowry 산에 포함된다'이다. 올바르게는 'Brønsted-Lowry 산은 Lewis 산에 포함된다'이다. $BF_3$ 같은 Lewis 산은 전자쌍을 받지만 양성자를 주지는 않으므로 Brønsted-Lowry 산이 아니다.
3번: O. 착이온 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$가 형성될 때 $H_2O$는 $Fe^{3+}$에 비공유 전자쌍을 내어 배위 결합을 만든다. 전자쌍 주개이므로 $H_2O$는 Lewis 염기이다.
4번: O. $NH_3$가 전자쌍을 주고 $BF_3$가 그 전자쌍을 받아 $H_3NBF_3$를 만든다. 전자쌍 받개인 $BF_3$는 Lewis 산이다.

**오답 포인트**

Lewis와 Brønsted-Lowry는 산·염기의 정의 기준이 다르다. 전자쌍 이동과 양성자 이동을 같은 기준으로 섞으면 2번처럼 포함 관계를 거꾸로 판단하기 쉽다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 선지가 전자쌍 기준인지 양성자 기준인지 나눈다. 그다음 포함 관계를 묻는다면 Brønsted-Lowry가 더 좁고 Lewis가 더 넓은 개념이라는 점을 대입하면 된다.

NoteBase

**암기 포인트**

Lewis는 전자쌍, Brønsted-Lowry는 양성자이다. $BF_3$는 Lewis 산이지만 Brønsted-Lowry 산은 아니다.

NoteBase

**문 6. 단위 세포(unit cell)의 모서리 사이각 $\alpha$, $\beta$, $\gamma$가 모두 $90^\circ$인 것은?**

① 단사(monoclinic) 결정

② 삼사(triclinic) 결정

③ 육방(hexagonal) 결정

④ 정방(tetragonal) 결정

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 결정계별 단위 세포의 축 길이와 모서리 사이각 조건을 구별할 수 있는지를 묻는다.

**핵심 개념**

단사 결정은 세 축 길이가 서로 다르고 모서리 사이각은 보통 $\alpha = \gamma = 90^\circ$, $\beta \neq 90^\circ$이다. 삼사 결정은 세 축 길이와 세 각이 모두 서로 달라질 수 있고 $\alpha, \beta, \gamma$가 모두 $90^\circ$가 아니다. 육방 결정은 $a = b \neq c$이고 $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$이다. 정방 결정은 $a = b \neq c$이고 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$이다.

**선지별 해설**

1번: X. 단사(monoclinic) 결정은 세 각이 모두 직각인 계가 아니다. 틀린 표현은 \"모서리 사이각이 모두 90도\"이다. 올바르게는 보통 한 각만 $90^\circ$가 아니고 나머지 두 각은 $90^\circ$이다.
2번: X. 삼사(triclinic) 결정은 가장 일반적인 형태로 세 각이 모두 $90^\circ$가 아니다. 틀린 표현은 \"삼사가 모두 직각\"이라는 부분이다. 올바르게는 $\alpha, \beta, \gamma$가 모두 비직각일 수 있는 결정계이다.
3번: X. 육방(hexagonal) 결정은 직각 세 개를 가지지 않는다. 틀린 표현은 \"세 각이 모두 90도\"이다. 올바르게는 $\alpha = \beta = 90^\circ$이지만 $\gamma = 120^\circ$이다.
4번: O. 정방(tetragonal) 결정은 $a = b \neq c$이며 모서리 사이각 $\alpha, \beta, \gamma$가 모두 $90^\circ$이므로 발문 조건에 맞는다.

**오답 포인트**

단사와 삼사는 모두 비직각이 포함된다는 점을 섞어 기억하면 틀리기 쉽다. 육방도 대칭성이 커 보여 직각계처럼 오해하기 쉽지만 핵심 구분점은 $\gamma = 120^\circ$라는 점이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

결정계 문제는 먼저 세 각의 조건부터 본다. $\alpha, \beta, \gamma$가 모두 $90^\circ$인지 확인하고, 아니라면 단사·삼사·육방처럼 비직각이 포함되는 계를 먼저 제외하면 된다.

**암기 포인트**

정방은 $a = b \neq c$, 세 각은 모두 $90^\circ$이다. 육방은 $a = b \neq c$이지만 $\gamma = 120^\circ$로 구별된다.

NoteBase

**문 7. 다음은 착이온 $[CoL_n(NH_3)Cl]^{2+}$에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, Co의 원자번호는 27이다)**

◯ L은 중성 두자리 리간드이다.
◯ 착이온은 바닥 상태에서 반자기성이다.
◯ 착이온의 기하 구조는 사면체와 팔면체 중 하나이다.

① Co의 산화수는 +3이다.
② Co의 배위수는 6이다.
③ $n$은 2이다.
④ $[CoL_n(NH_3)Cl]^{2+}$은 고스핀 착이온이다.

**정답 4번**

**출제 포인트**

착이온의 전하와 리간드 정보를 이용해 Co의 산화수, 배위수, $d^6$ 전자배치, 반자기성, 저스핀 팔면체 구조를 연결하는 문제이다.

**핵심 개념**

리간드 전하 합과 전체 전하로 금속의 산화수를 먼저 정한다. 이 착이온에서는 $x + 0 \times n + 0 - 1 = +2$이므로 Co의 산화수는 $+3$이다.
$Co^{3+}$는 $d^6$이다. 반자기성은 홀전자가 없다는 뜻이므로 이 착이온은 고스핀이 아니라 저스핀이다.
사면체 $d^6$ 착이온은 홀전자가 남으므로 반자기성이 될 수 없다. 따라서 기하 구조는 팔면체이고, 배위수는 6이므로 $2n + 2 = 6$에서 $n = 2$가 된다.

NoteBase

### 선지별 해설

① O
전체 전하가 +2이고 $L$과 $NH_3$는 중성, $Cl^-$는 −1이므로 Co의 산화수는 +3이다.

② O
$L$은 두자리 리간드이므로 $L_2$가 4개의 배위 자리를 차지하고, $NH_3$와 $Cl^-$가 각각 1자리씩 차지한다. 따라서 배위수는 6이다.

③ O
배위수 6이면 $2n + 2 = 6$이므로 $n = 2$이다. 즉 착이온은 $[CoL_2(NH_3)Cl]^{2+}$ 형태이다.

④ X
틀린 표현은 "고스핀"이다. $Co^{3+}$는 $d^6$이고, 문제에서 바닥 상태가 반자기성이라고 했으므로 전자가 모두 짝지어진 저스핀 팔면체 $t_{2g}^6 e_g^0$이어야 한다. 올바르게는 $[CoL_2(NH_3)Cl]^{2+}$는 저스핀 착이온이다.

### 오답 포인트

Cl가 포함되어 있다는 이유만으로 곧바로 고스핀이라고 판단하면 틀리기 쉽다. 이 문항에서는 리간드 세기보다 먼저 "반자기성"이라는 조건이 결정적이며, 반자기성이면 홀전자가 없어야 하므로 사면체형이나 고스핀 팔면체형을 바로 배제해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

착이온 문제는 전체 전하로 산화수를 정하고, 금속의 $d$ 전자 수를 계산한 뒤, 자기성 조건으로 스핀 상태와 기하 구조를 확정한다. 그다음 배위수 식으로 리간드 개수 $n$을 거꾸로 구하면 선지 판단이 정리된다.

### 암기 포인트

$Co^{3+}$는 $d^6$이고, 반자기성 팔면체 $d^6$는 저스핀 $t_{2g}^6 e_g^0$이다.

NoteBase

**문 8. 가장 타당한 Lewis 구조를 근거로, 중심 원자의 혼성 오비탈 유형이 나머지 셋과 다른 것은?**

① $OF_2$

② $NO_2^-$

③ $CH_3^-$

④ $CH_2Cl_2$

**정답 2번**

**출제 포인트**

가장 타당한 Lewis 구조에서 중심 원자 주위의 전자영역 수를 세어 혼성 오비탈이 $sp^3$인지 $sp^2$인지 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

중심 원자의 혼성 오비탈은 중심 원자 주위의 전자영역 수로 판단한다. 전자영역은 $\sigma$ 결합과 비공유 전자쌍을 합쳐 세며, 4개이면 보통 $sp^3$, 3개이면 보통 $sp^2$이다. 공명은 결합 차수를 평균화하지만 전자영역 수 자체를 바꾸지는 않는다.

**선지별 해설**

① X

OF2의 중심 원자는 O이다. O는 F와 두 개의 $\sigma$ 결합을 하고 비공유 전자쌍 두 개를 가지므로 전자영역이 4개이다. 따라서 혼성은 $sp^3$이고, 나머지와 다른 것이 아니라 ③, ④와 같은 $sp^3$형이다.

② O

$NO_2^-$의 중심 원자는 N이다. 가장 타당한 Lewis 구조에서 N은 O와 두 개의 $\sigma$ 결합을 하고 비공유 전자쌍 한 개를 가지므로 전자영역이 3개이다. 따라서 혼성은 $sp^2$이다. 공명으로 두 $N-O$ 결합이 평균화되더라도 중심 N의 전자영역 수는 3개이므로 나머지 셋과 다르다.

③ X

$CH_3^-$의 중심 원자는 C이다. C는 H와 세 개의 $\sigma$ 결합을 하고 음전하에 해당하는 비공유 전자쌍 한 개를 가져 전자영역이 4개이다. 따라서 혼성은 $sp^3$이다. 음전하가 있다고 해서 $sp^2$가 되는 것이 아니라, 다른 것이 아니라 ①, ④와 같은 $sp^3$형이다.

④ X

$CH_2Cl_2$의 중심 원자는 C이다. C는 H 두 개, Cl 두 개와 총 네 개의 $\sigma$ 결합을 하므로 전자영역이 4개이다. 따라서 혼성은 $sp^3$이다. 이 선택지도 다른 것이 아니라 ①, ③과 같은 $sp^3$형이다.

NoteBase

**오답 포인트**

혼성 오비탈을 판단할 때 결합된 원자 수만 세고 비공유 전자쌍을 빼먹으면 오답이 된다. 특히 $NO_2^-$는 공명 구조 때문에 복잡해 보이지만, 중심 N의 전자영역은 두 결합과 한 비공유 전자쌍으로 총 3개라는 점이 핵심이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

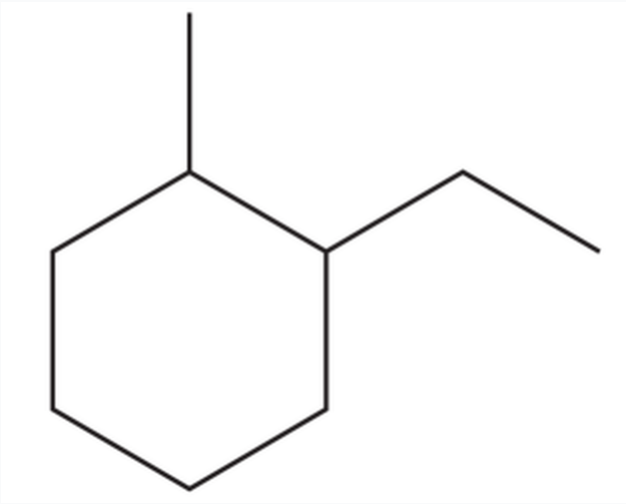
먼저 중심 원자를 잡고 $\sigma$ 결합 수와 비공유 전자쌍 수를 합쳐 전자영역 수를 센다. 전자영역이 4개이면 $sp^3$, 3개이면 $sp^2$로 판단한다. 공명 여부는 결합의 평균화와 관련될 뿐 혼성 판단의 1차 기준은 전자영역 수이다.

**암기 포인트**

혼성 판단은 전자영역 수로 한다. 4개면 $sp^3$, 3개면 $sp^2$이다.

NoteBase

**문 9. 다음 유기화합물의 IUPAC 이름은?**



① 1-ethyl-2-methylcyclohexane

② 1-methyl-2-ethylcyclohexane

③ 2-ethyl-1-methylcyclohexane

④ 2-methyl-1-ethylcyclohexane

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 치환된 cyclohexane의 번호 매기기와 치환기 이름의 알파벳순 배열 규칙을 정확히 적용할 수 있는지를 묻는다.

**핵심 개념**

모체는 cyclohexane 고리이다.
치환기 위치 번호의 집합이 같으면 알파벳순으로 앞서는 치환기가 더 낮은 번호를 받는다.
치환기 이름을 적는 순서도 알파벳순이므로 ethyl이 methyl보다 먼저 온다.

NoteBase

### 선지별 해설

1번 O: 고리의 두 치환기는 인접한 1,2-위치에 있다. 어느 방향으로 번호를 매겨도 locant 집합은 1,2로 같으므로 알파벳순이 앞서는 ethyl에 1번을 주어 1-ethyl-2-methylcyclohexane이 된다.
2번 X: 틀린 부분은 "1-methyl-2-ethyl"이다. 동일한 1,2 집합이면 methyl이 아니라 ethyl이 더 낮은 번호를 받아야 하므로 올바르게는 "1-ethyl-2-methylcyclohexane"이다.
3번 X: 틀린 부분은 "2-ethyl-1-methyl"이다. 번호를 반대로 매겨 ethyl이 2번 위치가 되었으므로 잘못이다. 올바르게는 "1-ethyl-2-methylcyclohexane"이다.
4번 X: 틀린 부분은 "2-methyl-1-ethyl"이다. ethyl이 1번을 받아야 한다는 번호 규칙도 틀렸고, 치환기 표기 순서도 알파벳순에 맞지 않는다. 올바르게는 "1-ethyl-2-methylcyclohexane"이다.

### 오답 포인트

1,2라는 locant 집합만 같으면 아무 방향이나 써도 된다고 생각하면 틀린다. 이 문항의 함정은 같은 locant 집합이 나올 때 알파벳순으로 앞서는 치환기에 더 작은 번호를 준다는 tie-break 규칙이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

먼저 모체가 되는 고리를 정하고 치환기 위치의 locant 집합이 가장 작아지는 번호 매기기를 본다. locant 집합이 같으면 알파벳순이 앞선 치환기에 더 작은 번호를 주고, 최종 이름도 치환기를 알파벳순으로 배열한다.

### 암기 포인트

치환 cycloalkane은 lowest locant를 먼저 보고, 동률이면 알파벳순이 빠른 치환기가 낮은 번호를 받는다.

NoteBase

**문 10. 가장 타당한 Lewis 구조와 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 이론에 근거하여, 옳게 설명한 것만을 모두 고르면?**

ㄱ. $PCl_4^-$에서 결합각 크기는 모두 같다.
ㄴ. $PCl_5$에서 P의 비공유 전자쌍 개수는 0이다.
ㄷ. $PCl_6^-$의 기하 구조는 팔면체이다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 Lewis 구조로 중심 원자의 비공유 전자쌍 수를 구하고, VSEPR의 $AX_nE_m$형으로 분자 구조와 결합각의 동일 여부를 판단할 수 있는지를 묻는다.

**핵심 개념**

PCl4^-는 중심 P에 결합 전자쌍 4개와 비공유 전자쌍 1개가 있어 $AX_4E$형이며 분자 모양은 시소형이다.
PCl5는 중심 P에 결합 전자쌍 5개, 비공유 전자쌍 0개인 $AX_5$형이며 삼각쌍뿔형이다.
PCl6^-는 중심 P에 결합 전자쌍 6개, 비공유 전자쌍 0개인 $AX_6$형이며 팔면체형이다.

**선지별 해설**

1번: X. 1번은 ㄱ만 옳다고 본 선지이다. ㄱ의 "결합각 크기는 모두 같다"가 틀리다. PCl4^-는 $AX_4E$형 시소형이므로 축 방향과 평면 방향의 결합이 구분되어 결합각 크기가 모두 같지 않다. 올바르게는 "PCl4^-의 결합각은 모두 같지 않다."이다.
2번: X. 2번은 ㄴ만 옳다고 본 선지이다. ㄴ은 맞지만 ㄷ도 맞으므로 선지 전체는 틀리다. PCl5의 중심 P는 다섯 개의 P-Cl 결합을 만들고 비공유 전자쌍은 없다. 올바르게는 "ㄴ, ㄷ이 옳다."이다.
3번: O. ㄴ과 ㄷ을 모두 고른 선지이다. ㄴ은 PCl5의 중심 P에 비공유 전자쌍이 0개라는 설명으로 옳다. ㄷ은 PCl6^-가 $AX_6$형이므로 기하 구조가 팔면체라는 설명으로 옳다.
4번: X. 4번은 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 옳다고 본 선지이다. ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄱ이 틀리므로 전체 판단은 틀리다. 올바르게는 "ㄴ, ㄷ만 옳다."이다.

NoteBase

### 오답 포인트

ㄱ의 "결합각 크기는 모두 같다"에서 많이 흔들린다. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 1개라도 있으면 대칭이 깨져 결합각이 여러 종류로 나뉘는 경우가 많다. 또 PCl4^-의 음전하를 보고 P의 비공유 전자쌍 계산을 빼먹으면 시소형 대신 잘못된 대칭 구조로 오판하게 된다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

먼저 총 원자가전자수를 계산해 Lewis 구조를 그린 뒤 중심 원자의 비공유 전자쌍 수를 확정한다. 그다음 $AX_nE_m$ 형으로 바꾸어 전자쌍 배열과 분자 모양을 판단한다. 비공유 전자쌍이 있으면 결합각이 모두 같은지부터 다시 점검한다.

### 암기 포인트

중심 원자에 고립전자쌍 1개가 있으면 결합각이 같지 않은 경우가 많고, $AX_5$는 삼각쌍뿔형, $AX_6$는 팔면체형이다.

NoteBase

**문 11. 산소($O_2$)와 질소($N_2$)의 몰비가 1 : 4인 혼합 기체를 이용하여 프로페인(propane)을 연소시킨다. 44 kg의 프로페인을 완전 연소시키는 데 필요한 혼합 기체의 질량[kg]은? (단, H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16이다)**

① 640

② 680

③ 720

④ 760

**정답 3번**

### 출제 포인트

이 문제는 프로페인의 완전 연소 반응식으로 필요한 산소량을 구한 뒤, 산소와 질소의 혼합 비율을 질량으로 바꾸어 전체 혼합 기체 질량을 계산하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: 프로페인 $44kg$, 혼합 기체의 부피비 $O_2 : N_2 = 1 : 4$
구해야 할 값: 완전 연소에 필요한 혼합 기체의 질량
주의할 조건: 기체의 부피비는 같은 온도와 압력에서 몰비와 같고, 질소는 반응하지 않지만 혼합 기체의 질량에는 포함된다.

### 사용할 공식

반응식은 $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$이다.
프로페인의 몰수는 $n = m/M$로 구한다.
혼합 기체의 질량은 필요한 산소 질량을 혼합 기체 중 산소의 질량분율로 나누어 구한다.
이 공식을 쓰는 이유: 완전 연소에서는 반응식의 계수비가 바로 물질량비가 되고, 부피비 1 : 4는 몰비 1 : 4와 같아서 혼합 기체의 산소 질량분율까지 연결할 수 있다.

NoteBase

### 계산 과정

1. 프로페인의 몰질량은 $3 \times 12 + 8 \times 1 = 44 g/mol$이므로 $44 kg = 44{,}000 g$의 프로페인은 $44{,}000/44 = 1000 mol = 1 kmol$이다.
2. 반응식에서 $C_3H_8$ 1몰이 완전 연소하려면 $O_2$ 5몰이 필요하므로, 프로페인 $1 kmol$에는 산소 $5 kmol$이 필요하다.
3. 산소의 질량은 $5 kmol \times 32 kg/kmol = 160 kg$이다.
4. 혼합 기체의 몰비가 $O_2 : N_2 = 1 : 4$이므로, 혼합 기체 5몰의 질량은 $32 + 4 \times 28 = 144 g$이다. 따라서 산소의 질량분율은 $32/144 = 2/9$이다.
5. 필요한 혼합 기체의 전체 질량은 $160 \div (2/9) = 160 \times 9/2 = 720 kg$이다.

### 선지 판단

1번 X: 계산 결과는 $720 kg$이므로 $640 kg$은 맞지 않는다. 이 값은 혼합 기체에서 산소가 차지하는 질량분율을 실제보다 크게 잡은 오답이다. 올바르게는 혼합 기체 질량이 $720 kg$이다.
2번 X: 계산 결과는 $720 kg$이므로 $680 kg$은 맞지 않는다. 이 값은 반응식의 계수비나 질량분율 계산을 중간에서 잘못 처리한 오답이다. 올바르게는 필요한 산소 $160 kg$이 전체의 $2/9$이므로 혼합 기체 질량은 $720 kg$이다.
3번 O: 프로페인 $44 kg$는 $1 kmol$이고, 여기에 필요한 산소는 $5 kmol = 160 kg$이다. 혼합 기체에서 산소의 질량분율이 $2/9$이므로 전체 혼합 기체 질량은 $720 kg$이 된다.
4번 X: 계산 결과는 $720 kg$이므로 $760 kg$은 맞지 않는다. 이 값은 질소의 질량을 과대평가하거나 혼합 기체 5몰의 질량을 잘못 잡은 오답이다. 올바르게는 $N_2$ 4몰의 질량이 $112 g$이므로 전체 5몰 혼합 기체 질량은 $144 g$이고, 최종 혼합 기체 질량은 $720 kg$이다.

### 오답 포인트

산소와 질소의 1 : 4를 질량비로 바로 쓰면 틀린다. 이 비율은 부피비이므로 기체에서는 몰비로 해석해야 하고, 그다음에 각 기체의 몰질량을 반영해 질량분율로 바꾸어야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

연소 계산 문제는 반응식 작성 또는 확인, 연료의 몰수 계산, 필요한 산소 몰수 계산, 산소 질량 계산, 혼합 기체 조성을 질량분율로 환산하는 순서로 판단하면 된다.

### 암기 포인트

기체의 부피비는 몰비로 바꾸고, 혼합 기체의 총질량은 필요한 성분의 질량을 그 성분의 질량분율로 나누어 구한다.

NoteBase

**문 12. 수소 결합에 관한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?**

ㄱ. $H_2O$ 분자 내에서 H와 O 사이에는 수소 결합이 존재한다.
ㄴ. $HF$ 분자와 $BH_3$ 분자 사이에는 수소 결합이 형성될 수 있다.
ㄷ. $NH_3$ 분자와 $H_2O_2$ 분자 사이에는 수소 결합이 형성될 수 있다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

**정답 2번**

**출제 포인트**

수소 결합의 성립 조건과 분자 내 극성 공유 결합을 수소 결합과 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

**핵심 개념**

수소 결합은 보통 $N$, $O$, $F$에 결합한 H가 다른 분자의 $N$, $O$, $F$의 비공유 전자쌍과 만드는 분자 사이 인력이다.
$H_2O$ 분자 안의 $O-H$ 자체는 수소 결합이 아니라 극성 공유 결합이다.
수소 결합 수용체는 대체로 비공유 전자쌍을 가진 원자여야 하므로, 비공유 전자쌍이 없는 $BH_3$는 전형적인 수소 결합 수용체가 아니다.

**선지별 해설**

① X: ㄱ만 고른 조합이라 틀리다. ㄱ의 "분자 내에서 H와 O 사이에는 수소 결합이 존재한다"가 틀린 표현이다. $H_2O$ 분자 내의 $O-H$는 극성 공유 결합이고, 수소 결합은 물 분자 사이 또는 한 분자의 다른 부위와 형성되는 상호작용으로 본다. 올바르게는 ㄱ이 아니라 ㄷ만 옳다.
② O: ㄷ만 고른 조합이므로 맞다. $NH_3$의 N에는 비공유 전자쌍이 있고 $H_2O_2$의 $O-H$는 수소 결합 공여체가 될 수 있으므로 두 분자 사이에 수소 결합이 형성될 수 있다.
③ X: ㄴ, ㄷ을 고른 조합이라 틀리다. ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀리다. $HF$는 수소 결합 공여체가 될 수 있으나 $BH_3$는 비공유 전자쌍을 가진 전형적인 수용체가 아니므로 일반적인 수소 결합 형성 대상으로 보지 않는다. 올바르게는 ㄴ을 빼고 ㄷ만 골라야 한다.
④ X: ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 조합이라 틀리다. ㄱ과 ㄴ이 틀리고 ㄷ만 옳다. 올바른 조합은 ②이다.

**오답 포인트**

분자 내의 $O-H$ 결합 자체와 분자 사이 수소 결합을 같은 것으로 착각하기 쉽다. 또 H가 들어 있는 분자라면 아무 분자와나 수소 결합할 수 있다고 오해하기 쉬운데, 수용체 쪽에 비공유 전자쌍이 있는지도 함께 봐야 한다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 H가 *N*, *O*, *F*에 직접 결합해 있는지로 공여체 여부를 본다. 다음으로 상대 분자에 비공유 전자쌍을 가진 *N*, *O*, *F*가 있는지로 수용체 여부를 판단한다. 같은 분자 안의 $X-H$ 결합 자체는 수소 결합으로 보지 않는다.

**암기 포인트**

수소 결합은 공여체 $X-H$와 수용체의 비공유 전자쌍이 만나야 성립하며, 분자 내 공유 결합 자체는 수소 결합이 아니다.

NoteBase

**문 13. 25 ℃의 수용액에서 $H^+$ 이온 개수가 $OH^-$ 이온 개수의 $10^6$배일 때, 수용액의 pH는?**

① 1.0

② 2.0

③ 4.0

④ 6.0

**정답 3번**

### 출제 포인트

이 문제는 25°C에서의 물의 이온곱과 $[H^+]$, $[OH^-]$의 관계를 이용해 pH를 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: $[H^+]$ 이온 개수는 $[OH^-]$ 이온 개수의 $10^6$배이다.
구해야 할 값: 수용액의 pH이다.
주의할 조건: 25°C에서는 $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$와 $pH + pOH = 14$를 함께 써야 한다.

### 사용할 공식

$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$, $pH = -\log[H^+]$, $pH + pOH = 14$를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유: 25℃ 수용액에서 $[H^+]$와 $[OH^-]$의 비와 곱이 함께 주어지면 각 이온 농도를 정한 뒤 pH를 바로 계산할 수 있기 때문이다.

### 계산 과정

먼저 $[OH^-] = x$라고 두면 $[H^+] = 10^6 x$이다.
물의 이온곱을 대입하면 $(10^6 x)(x) = 10^{-14}$이므로 $10^6 x^2 = 10^{-14}$이다.
따라서 $x^2 = 10^{-20}$, $x = 10^{-10}$이므로 $[OH^-] = 10^{-10}$, $[H^+] = 10^{-4}$이다.
그러므로 $pH = -\log(10^{-4}) = 4.0$이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① X: pH가 1.0이면 $[H^+] = 10^{-1}$이고 $[OH^-] = 10^{-13}$이어서 비가 $10^{12}$배가 된다. 틀린 값은 1.0이며, 올바른 값은 4.0이다.
② X: pH가 2.0이면 $[H^+] = 10^{-2}$이고 $[OH^-] = 10^{-12}$이어서 비가 $10^{10}$배가 된다. 틀린 값은 2.0이며, 올바른 값은 4.0이다.
③ O: pH가 4.0이면 $[H^+] = 10^{-4}$이고 $[OH^-] = 10^{-10}$이어서 $[H^+]/[OH^-] = 10^{6}$이 된다. 문제 조건을 정확히 만족한다.
④ X: pH가 6.0이면 $[H^+] = 10^{-6}$이고 $[OH^-] = 10^{-8}$이어서 비가 $10^{2}$배에 그친다. 틀린 값은 6.0이며, 올바른 값은 4.0이다.

### 오답 포인트

$[H^+]$가 $[OH^-]$보다 $10^{6}$배 많다는 조건만 보고 pH를 6.0으로 바로 쓰는 실수가 잦다. 이 문항은 비만 보는 문제가 아니라 25℃에서의 $pH + pOH = 14$와 이온곱 조건을 함께 써서 실제 $[H^+]$를 구해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

$[H^+]$와 $[OH^-]$의 배수 관계가 나오면 먼저 비를 식으로 세우고, 다음에 25℃의 이온곱 $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ 또는 $pH + pOH = 14$를 결합해 각 이온 농도를 확정하는 방식으로 판단한다.

### 암기 포인트

25℃에서는 $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$, $pH + pOH = 14$가 기본축이며, 비와 곱을 함께 쓰면 pH가 정해진다.

NoteBase

**문 14. t °C에서 물과 에탄올의 증기 압력은 각각 100 torr, 250 torr이다. t °C에서 물과 에탄올을 각각 40 mol%, 60 mol%로 혼합한 용액의 증기 압력[torr]은? (단, 용액은 Raoult 법칙을 따른다)**

① 180
② 190
③ 200
④ 210

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 라울 법칙을 이용해 이상용액의 총증기압을 몰분율 가중합으로 계산할 수 있는지를 묻는다.

**조건 정리**

주어진 값: 순수한 물의 증기압은 100torr, 순수한 에탄올의 증기압은 250torr이다.
용액 조성: 물은 0.40, 에탄올은 0.60의 몰분율을 가진다.
구해야 할 값: 혼합 용액의 총증기압이다.
주의할 조건: 이상용액이므로 각 성분의 부분압은 라울 법칙을 그대로 따른다.

**사용할 공식**

총증기압은 P_total = x_물P^_물 + x_에탄올P^_에탄올이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 용액이 라울 법칙을 따른다고 했으므로 각 성분의 부분압을 몰분율과 순수 성분의 증기압으로 구해 합하면 되기 때문이다.

**계산 과정**

1. 물의 부분압은 0.40 × 100 = 40torr이다.
2. 에탄올의 부분압은 0.60 × 250 = 150torr이다.
3. 총증기압은 40 + 150 = 190torr이다.

**선지 판단**

1번 X: 총증기압을 180torr로 본 부분이 틀리다. 올바르게는 물의 부분압 40torr와 에탄올의 부분압 150torr를 더한 190torr이다.
2번 O: 라울 법칙으로 계산한 총증기압이 190torr이므로 옳다.
3번 X: 총증기압을 200torr로 본 부분이 틀리다. 올바르게는 두 부분압의 합이 190torr이다.
4번 X: 총증기압을 210torr로 본 부분이 틀리다. 올바르게는 몰분율을 곱한 뒤 합산한 값인 190torr이다.

NoteBase

### 오답 포인트

순수한 증기압 값을 그대로 더하거나, 몰분율을 한 성분에만 잘못 적용하거나, 계산 결과를 산술적으로 잘못 더하면 오답이 된다. 이 문항은 부분압을 각각 구한 뒤 합산하는 순서를 놓치면 쉽게 틀린다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

이상용액의 증기압 문제는 각 성분의 몰분율과 순수 증기압을 먼저 곱해 부분압을 만든 뒤 모두 더해 총증기압을 구하는 순서로 판단한다. 계산이 끝나면 값이 각 성분의 순수 증기압 사이에 있는지도 함께 점검한다.

### 암기 포인트

라울 법칙의 총증기압은 각 성분의 몰분율과 순수 증기압의 곱을 모두 더한 값이다.

NoteBase

**문 15. 다음의 반응 메커니즘에 근거하여, 전체 반응의 속도 법칙으로 옳은 것은? (단, $k$는 전체 반응의 속도 상수이다)**

전체 반응식: $2H^+ + 2Br^- + H_2O_2 \rightarrow Br_2 + 2H_2O$
메커니즘
단계 1: $H^+ + H_2O_2 \rightleftharpoons H_3O_2{}^+$ (빠른 평형)
단계 2: $H_3O_2{}^+ + Br^- \rightarrow HOBr + H_2O$ (느림)
단계 3: $HOBr + H^+ + Br^- \rightarrow Br_2 + H_2O$ (빠름)

① 반응 속도 = $k[H^+][Br^-][H_2O_2]$
② 반응 속도 = $k[H^+]^2[Br^-]^2[H_2O_2]$
③ 반응 속도 = $k[H^+][Br^-][HOBr]$
④ 반응 속도 = $k[H^+][Br^-][H_2O_2][HOBr]$

**정답 1번**

### 출제 포인트

이 문제는 느린 단계의 속도식에 빠른 평형으로 얻은 중간체 농도식을 대입하여 전체 반응의 속도 법칙을 구할 수 있는지를 묻는다.

### 조건 정리

2단계 $H_3O_2^+ + Br^- \rightarrow HOBr + H_2O$가 느린 단계이므로 전체 반응 속도를 결정한다.
1단계 $H^+ + H_2O_2 \rightleftharpoons H_3O_2^+$는 빠른 평형이므로 평형관계를 사용할 수 있다.
$HOBr$는 2단계 이후에 생성되는 중간체이므로 최종 속도식의 독립 농도항으로 남기지 않는다.

### 사용할 공식

느린 단계에서 $v = k_2[H_3O_2^+][Br^-]$이다.
빠른 평형 1단계에서 $K = \frac{[H_3O_2^+]}{[H^+][H_2O_2]}$이므로 $[H_3O_2^+] = K[H^+][H_2O_2]$이다.
이를 느린 단계 속도식에 대입하면 전체 속도식을 반응물 농도만으로 정리할 수 있다.

### 계산 과정

1. 느린 단계 기준 속도식은 $v = k_2[H_3O_2^+][Br^-]$이다.
2. 빠른 평형 단계에서 $[H_3O_2^+] = K[H^+][H_2O_2]$이다.
3. 대입하면 $v = k_2K[H^+][Br^-][H_2O_2]$이다.
4. $k = k_2K$로 묶으면 전체 속도식은 $v = k[H^+][Br^-][H_2O_2]$이다.

NoteBase

### 선지별 해설

1번 O: 전체 속도식은 $v = k[H^+][Br^-][H_2O_2]$로 정리되므로 옳다.
2번 X: 전체 반응식에 $H^+$와 $Br^-$가 각각 2개 들어간다고 해서 속도 차수가 바로 2가 되는 것은 아니다. 틀린 표현은 $[H^+]^2[Br^-]^2$이고, 올바르게는 $[H^+][Br^-]$이다.
3번 X: $HOBr$는 느린 단계의 반응물이 아니라 2단계 생성물이고 3단계에서 소비되는 중간체이다. 틀린 표현은 $[HOBr]$를 속도식에 넣은 부분이고, 올바르게는 빠른 평형으로 얻은 $[H_3O_2^+]$를 $[H^+][H_2O_2]$로 바꾸어 써야 한다.
4번 X: $HOBr$를 속도식에 포함한 데다 $H_2O_2$와 함께 곱하여 생성 후 중간체 농도까지 독립 변수처럼 취급한 점이 틀렸다. 올바른 속도식은 $[HOBr]$ 없이 $[H^+][Br^-][H_2O_2]$만 포함한다.

### 오답 포인트

전체 반응식의 계수를 그대로 속도 차수로 옮기거나, 메커니즘 중간체인 $HOBr$를 최종 속도식에 남겨 두면 틀린다. 이 문항의 함정은 반응식 계수와 속도 차수를 같은 것으로 보는 착각이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

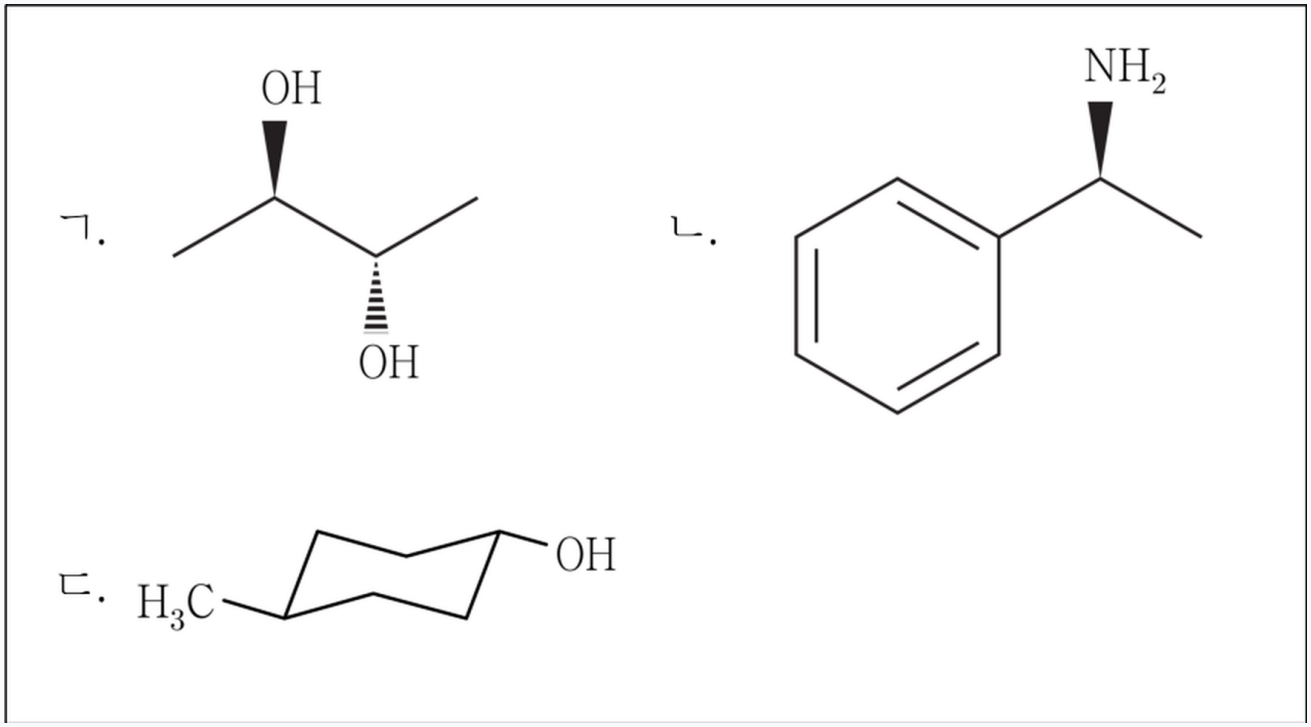
메커니즘 문제는 먼저 느린 단계를 찾아 속도식을 세우고, 그 식에 중간체가 남으면 빠른 평형식이나 선행 단계 관계식으로 없앤 뒤 최종적으로 처음 주어진 반응물 농도만 남기는 방식으로 판단한다.

### 암기 포인트

속도식은 전체 반응식의 계수가 아니라 느린 단계와 중간체 제거 과정으로 결정된다.

NoteBase

**문 16. 다음 중 광학 활성인 분자만을 모두 고르면?**




① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 구조식에서 입체중심의 존재와 내부 대칭면 유무를 함께 보아 광학 활성 여부를 판정할 수 있는지를 묻는다.

NoteBase

### 선지별 해설

1번: X. 1번은 ㄱ만 광학 활성이라고 본 선택지인데, ㄱ은 두 탄소가 입체중심처럼 보여도 서로 반대 배치를 이루어 내부 대칭면이 생기는 메소 화합물이므로 광학 활성이 아니다. 틀린 표현은 'ㄱ이 광학 활성이다'이고, 올바르게는 'ㄱ은 광학 비활성이고 ㄴ만 광학 활성이다'이다.
2번: O. ㄴ의 중심 탄소는 $NH_2$, 페닐기, 메틸기, 수소의 네 가지 서로 다른 치환기에 결합한 입체중심이므로 거울상과 포개어지지 않는다. 따라서 광학 활성인 분자만 고르면 ㄴ만 남는다.
3번: X. 3번은 광학 비활성인 ㄱ을 함께 넣었으므로 틀리다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ이 모두 광학 활성이다'이고, 올바르게는 'ㄱ은 메소 화합물이라 제외되고 ㄴ만 광학 활성이다'이다.
4번: X. 4번은 ㄱ과 ㄷ을 모두 광학 활성으로 처리해서 틀리다. ㄷ은 의자형 1,4-치환 사이클로헥산 구조로 치환 탄소에서 고리의 양쪽 경로가 대칭이어서 독립된 입체중심이 성립하지 않아 광학 활성이 아니다. 올바르게는 'ㄱ과 ㄷ은 제외되고 ㄴ만 광학 활성이다'이다.

### 오답 포인트

쐐기 결합이 보인다고 곧바로 광학 활성로 단정하면 틀리기 쉽다. ㄱ처럼 입체중심이 둘 있어도 메소 형태이면 비활성이고, ㄷ처럼 고리 화합물도 대칭 때문에 입체중심이 성립하지 않을 수 있다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

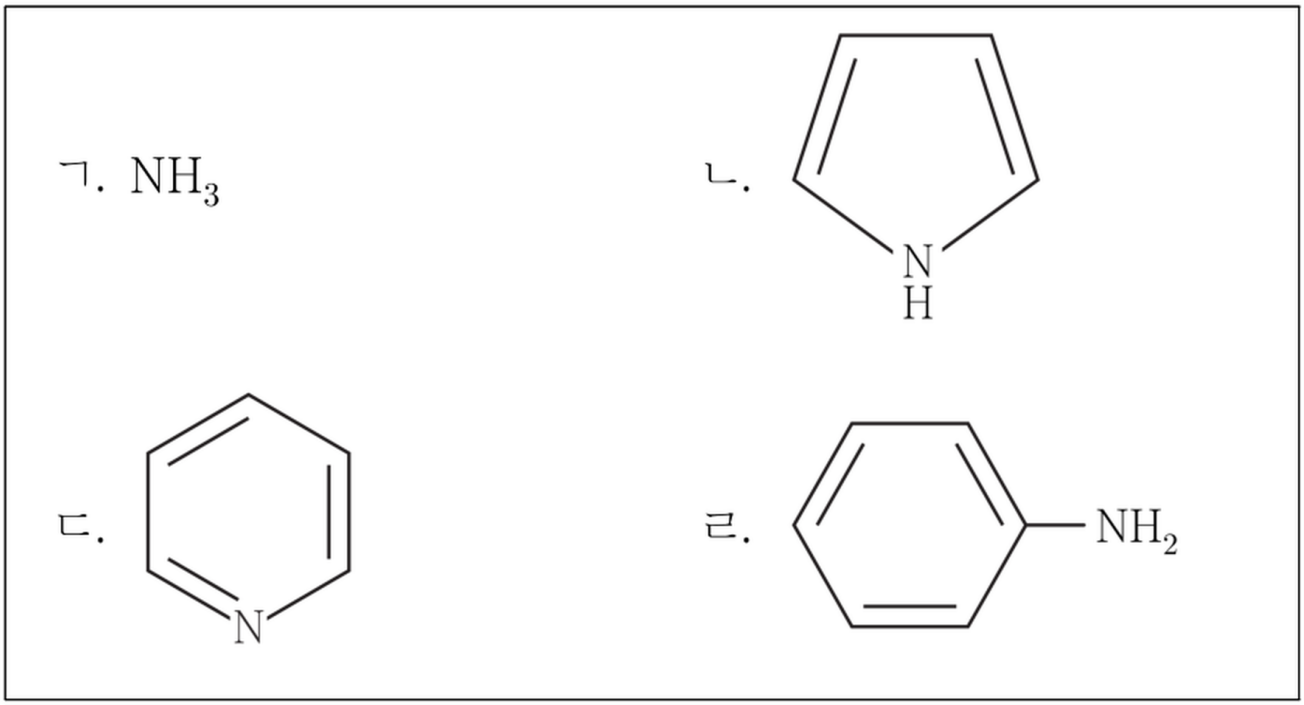
먼저 각 후보에 네 가지 다른 치환기를 가진 탄소가 실제로 있는지 본다. 그다음 분자 전체에 내부 대칭면이나 서로 같은 고리 경로가 생기는지 확인하면 광학 활성 여부를 빠르게 가를 수 있다.

### 암기 포인트

광학 활성은 입체중심 개수만이 아니라 분자 전체의 대칭성까지 지워진 경우에만 성립한다.

NoteBase

**문 17. 다음 중 25°C의 수용액에서 $pK_b$ 값이 가장 작은 것과 가장 큰 것을 옳게 짝 지은 것은?**




① 작은 것: ㄱ, 큰 것: ㄴ

② 작은 것: ㄱ, 큰 것: ㄹ

③ 작은 것: ㄷ, 큰 것: ㄴ

④ 작은 것: ㄷ, 큰 것: ㄹ

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 질소의 비공유 전자쌍이 공명에 참여하는지와 질소의 혼성 상태에 따라 염기성, 즉 $pK_b$의 크기를 비교할 수 있는지를 묻는다.

**핵심 개념**

ㄱ 암모니아는 질소의 비공유 전자쌍이 공명에 묶이지 않아 양성자를 가장 잘 받는 편이다.
ㄴ 피롤은 질소의 비공유 전자쌍이 방향족 $6\pi$ 전자계 유지에 포함되어 염기성이 가장 약하다.
ㄷ 피리딘은 질소의 비공유 전자쌍이 방향족 $\pi$ 전자계 밖에 있어 양성자를 받을 수 있지만, $sp^2$ 질소라 암모니아보다 전자쌍을 더 세게 잡고 있다.
ㄹ 아닐린은 아미노기의 비공유 전자쌍이 벤젠 고리와 공명하므로 암모니아보다 염기성이 약하다.

NoteBase

### 선지별 해설

1번: O. 가장 작은 $pK_b$는 가장 강한 염기인 ㄱ이다. 가장 큰 $pK_b$는 비공유 전자쌍이 방향족성 유지에 쓰여 가장 약한 염기인 ㄴ이다.
2번: X. 틀린 표현은 큰 것을 ㄹ로 본 부분이다. ㄹ도 공명 때문에 염기성이 약하지만, ㄴ은 비공유 전자쌍 자체가 방향족 전자계에 포함되어 ㄹ보다 더 약염기이다. 올바르게는 작은 것이 ㄱ, 큰 것이 ㄴ이다.
3번: X. 틀린 표현은 작은 것을 ㄷ으로 본 부분이다. ㄷ의 비공유 전자쌍은 방향족 $\pi$ 전자계 밖에 있어 염기성을 보이지만 $sp^2$ 질소라 ㄱ보다 약염기이다. 올바르게는 작은 것이 ㄱ, 큰 것이 ㄴ이다.
4번: X. 틀린 표현은 작은 것을 ㄷ, 큰 것을 ㄹ로 동시에 본 부분이다. ㄷ은 가장 강한 염기가 아니고, 가장 약한 염기도 ㄹ이 아니라 ㄴ이다. 올바르게는 작은 것이 ㄱ, 큰 것이 ㄴ이다.

### 오답 포인트

피리딘과 피롤은 둘 다 질소가 들어 있는 방향족 고리라서 같은 방식으로 생각하기 쉽지만, 피롤의 비공유 전자쌍은 방향족성 유지에 직접 쓰이고 피리딘의 비공유 전자쌍은 그렇지 않다는 차이가 핵심이다. 또한 아닐린의 $-NH_2$를 보고 암모니아와 비슷하게 강염기로 오해하기 쉽지만, 벤젠 고리와의 공명이 염기성을 낮춘다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

먼저 작은 $pK_b$가 강한 염기라는 뜻임을 확인한다. 그다음 질소의 비공유 전자쌍이 공명이나 방향족성 유지에 묶이는지, 아니면 고립되어 양성자를 받을 수 있는지를 본다. 비공유 전자쌍이 가장 자유로운 아민이 가장 강염기이고, 방향족성 유지에 써야 하는 피롤형 질소가 가장 약염기이다.

### 암기 포인트

비공유 전자쌍이 공명에 묶일수록 염기성은 약해지고 $pK_b$는 커진다. 이 문항의 $pK_b$ 순서는 ㄱ, ㄷ, ㄹ, ㄴ 순으로 커진다.

NoteBase

**문 18. 25 °C에서 0.10 M HA 수용액 60 mL와 0.10 M NaOH 수용액 $x$ mL를 혼합하여 만든 수용액의 pH가 4.0일 때, $x$는? (단, 25 °C에서 HA의 산 해리 상수는 $2.0 \times 10^{-4}$이다)**

① 20

② 30

③ 36

④ 40

**정답 4번**

### 출제 포인트

이 문제는 약산 HA를 강염기 NaOH로 부분 중화해 만든 완충용액에서 Henderson-Hasselbalch 식으로 $x$를 구하는 계산형 문항이다.

### 조건 정리

주어진 값: $0.10M$ HA $60mL$, $0.10M$ NaOH $xmL$, $K_a = 2.0 \times 10^{-4}$, 최종 pH 4.0이다.
구해야 할 값: 넣어야 하는 NaOH의 부피 $x$이다.
주의할 조건: NaOH가 HA를 일부만 중화하므로 반응 후 $HA$와 $A^-$가 함께 존재하는 완충용액으로 본다.

### 사용할 공식

Henderson-Hasselbalch 식은 $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$이다.
이 식을 쓰는 이유는 HA에 NaOH를 가하면 일부 HA가 $A^-$로 바뀌어 약산과 짝염기가 함께 남는 완충용액이 되기 때문이다.

### 계산 과정

1. 처음 HA의 몰수는 $0.10M \times 60mL = 6.0mmol$이다.
2. $pK_a = -\log(2.0 \times 10^{-4}) \approx 3.70$이다. 따라서 $4.0 = 3.70 + \log([A^-]/[HA])$이므로 $[A^-]/[HA] \approx 10^{0.30} \approx 2.0$이다.
3. NaOH $xmL$의 몰수는 $0.1xmmol$이다. 반응 후 $A^- = 0.1xmmol$, $HA = 6.0 - 0.1xmmol$이므로 $\frac{0.1x}{6.0 - 0.1x} = 2.0$이다.
4. $0.1x = 12.0 - 0.2x$, $0.3x = 12.0$이므로 $x = 40mL$이다.

NoteBase

### 선지 판단

1번: X. $x = 20mL$이면 $A^- = 2.0mmol$, $HA = 4.0mmol$이어서 $[A^-]/[HA] = 0.5$이다. pH가 $pK_a$보다 낮아져 4.0이 될 수 없다. 틀린 값은 $20mL$이고, 올바른 값은 $40mL$이다.
2번: X. $x = 30mL$이면 반중화점이라 $A^- = HA = 3.0mmol$이다. 이때 pH는 $pK_a \approx 3.70$이므로 4.0이 아니다. 틀린 값은 $30mL$이고, 올바른 값은 $40mL$이다.
3번: X. $x = 36mL$이면 $A^- = 3.6mmol$, $HA = 2.4mmol$이어서 비가 1.5에 그친다. 따라서 pH는 4.0보다 작다. 틀린 값은 $36mL$이고, 올바른 값은 $40mL$이다.
4번: O. $x = 40mL$이면 $A^- = 4.0mmol$, $HA = 2.0mmol$이어서 $[A^-]/[HA] = 2.0$이다. 주어진 pH 4.0을 만족하므로 정답이다.

### 오답 포인트

$30mL$를 반중화점으로 보고 바로 정답으로 착각하기 쉽다. 반중화점에서는 항상 $pH = pK_a$이므로, 이 문제처럼 pH가 $pK_a$보다 크면 $A^-$가 $HA$보다 더 많아야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

약산과 강염기를 섞은 뒤 pH와 $K_a$가 함께 주어지면 먼저 완충용액인지 확인하고, $pH - pK_a$로 $[A^-]/[HA]$ 비를 구한 다음 중화 전후 몰수식에 대입해 부피를 계산한다.

### 암기 포인트

약산 완충용액은 $pH = pK_a + \log([A^-]/[HA])$로 판단하며, 반중화점에서는 항상 $pH = pK_a$이다.

NoteBase

**문 19. 아세트알데하이드(acetaldehyde)의 알돌 축합(aldol condensation) 반응에서 주생성물은?**

① 2-butene

② 2-butanol

③ 2-butenal

④ 2-hydroxybutenal

**정답 3번**

**출제 포인트**

아세트알데하이드의 알돌 첨가 생성물과 알돌 축합 생성물을 구분하는 문항이다.

**핵심 개념**

아세트알데하이드는 염기 조건에서 엔올레이트를 만들고 다른 아세트알데하이드의 카보닐 탄소를 공격해 먼저 β-하이드록시 알데하이드인 3-hydroxybutanal을 만든다.
알돌 축합은 여기서 물이 빠져나가 $\alpha,\beta$-불포화 알데하이드가 되는 단계이므로 최종 주생성물은 2-butenal이다.

**선지별 해설**

① X: 2-butene은 알켄일 뿐 알데하이드기가 없어 축합 생성물의 산소 기능기가 사라진 형태이다. 틀린 표현은 "butene"이고, 올바르게는 알데하이드기를 가진 2-butenal이다.
② X: 2-butanol은 환원으로 얻는 알코올 성격의 화합물이라 알돌 축합 경로와 맞지 않는다. 틀린 표현은 "butanol"이고, 올바르게는 축합 생성물인 2-butenal이다.
③ O: 아세트알데하이드 두 분자가 축합하면 먼저 3-hydroxybutanal이 생기고 이어 탈수되어 2-butenal이 된다. 따라서 주생성물로 맞다.
④ X: 하이드록시기가 남아 있는 화합물은 축합 전 알돌 첨가 단계의 중간체와 연결되는데, 그 경우에도 구조는 2-hydroxybutenal이 아니라 3-hydroxybutanal이다. 틀린 표현은 "2-hydroxybutenal"이고, 올바르게는 첨가 생성물은 3-hydroxybutanal, 축합 주생성물은 2-butenal이다.

**오답 포인트**

출제자는 알돌 첨가 생성물과 알돌 축합 생성물을 섞어 놓았다. ④처럼 하이드록시기가 남아 있는 선택지에 끌리면 탈수 단계를 빠뜨린 것이고, ①처럼 이중결합만 보고 고르면 알데하이드기를 놓친 것이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

알돌 축합이 보이면 먼저 같은 탄소수의 β-하이드록시 카보닐 화합물이 중간체로 생긴다고 본다. 그다음 축합은 탈수까지 끝난 상태이므로 최종 답은 $\alpha,\beta$-불포화 카보닐 화합물인지 확인하면 된다.

NoteBase

**암기 포인트**

알돌 첨가이면 β-하이드록시 알데하이드이고, 알돌 축합이면 탈수된 2-butenal이다.

NoteBase

**문 20. 다음은 $A(g)$로부터 $B(g)$가 생성되는 반응의 반응식과 $TK$에서 농도로 정의된 평형 상수($K_c$)이다. 강철 용기에 $A(g)$만 들어 있는 초기 상태로부터 반응이 진행되어 평형에 도달했을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 온도는 $TK$로 일정하고, 기체는 이상 기체이다)**

$A(g) \rightleftharpoons B(g), K_c = 0.1$

① 용기 속 기체의 전체 압력은 평형 상태가 초기 상태보다 작다.

② 용기 속 기체의 총 분자 수는 평형 상태가 초기 상태보다 많다.

③ 평형 상태에서 반응 속도는 정반응이 역반응보다 느리다.

④ 평형 상태에서 부분 압력은 $A(g)$가 $B(g)$보다 크다.

**정답 4번**

### 출제 포인트

평형 상수 $K_c = [B]/[A]$와 일정한 $T, V$에서 기체의 부분 압력 및 전체 압력 관계를 함께 판단하는 문제이다.

### 핵심 개념

반응식이 $A(g) \rightleftharpoons B(g)$인 1:1 기체 평형이므로 평형에서 $K_c = [B]/[A] = 0.1$이다.
강철 용기이므로 부피 $V$가 일정하고, 온도도 일정하므로 부분 압력은 각 기체 몰수에 비례하며 전체 압력은 전체 몰수에 비례한다.
이 반응은 1몰이 1몰로 바뀌는 형태라 반응 전후 전체 몰수 변화가 없으므로 전체 압력과 총 분자 수는 초기와 평형에서 같다.

### 선지별 해설

① X. 용기가 강철 용기이므로 $T, V$가 일정하고, $A(g) \rightleftharpoons B(g)$는 1:1 변환이라 전체 몰수는 변하지 않는다. 따라서 전체 압력은 초기보다 작지 않다. 틀린 표현은 '작다'이며, 올바르게는 '초기와 같다'이다.
② X. 반응 전후 전체 몰수가 같으므로 총 분자 수도 평형 상태가 초기 상태보다 많지 않다. 틀린 표현은 '많다'이며, 올바르게는 '초기와 같다'이다.
③ X. 평형 상태에서는 정반응과 역반응이 계속 일어나지만 두 반응 속도는 서로 같다. 틀린 표현은 '정반응이 역반응보다 느리다'이며, 올바르게는 '정반응 속도와 역반응 속도가 같다'이다.
④ O. $K_c = [B]/[A] = 0.1$이므로 평형에서 $[B] = 0.1[A]$이다. 같은 $T, V$에서 부분 압력은 농도와 비례하므로 $p_B = 0.1p_A$가 되어 $A(g)$의 부분 압력이 $B(g)$보다 크다.

### 오답 포인트

평형에 도달하면 반응이 멈춘다고 생각하거나, $K_c < 1$이라는 정보와 전체 압력 변화를 한꺼번에 섞어 판단하기 쉽다. 이 문항에서는 1:1 기체 반응이라 전체 몰수는 그대로이고, 변하는 것은 $A$와 $B$의 비율뿐이다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

기체 평형 문제에서는 먼저 반응식의 계수 합이 반응 전후에 같은지 본다. 같으면 일정한 $T$, $V$에서 전체 몰수와 전체 압력은 유지되고, 그다음 $K_c$ 또는 $K_p$로 각 성분의 비율과 부분 압력 크기를 판단한다.

**암기 포인트**

1:1 기체 전환 평형에서는 전체 몰수는 그대로이고, $K_c < 1$이면 반응물 쪽 비율과 부분 압력이 더 크다.

NoteBase

**문 21. 우라늄 동위원소 $^{238}_{92}\mathrm{U}$이 $\alpha$-입자 1개를 방출할 때 생성되는 핵종은?**

① $^{234}_{90}\mathrm{Th}$

② $^{235}_{91}\mathrm{Pa}$

③ $^{235}_{92}\mathrm{U}$

④ $^{238}_{93}\mathrm{Np}$

**정답 1번**

### 출제 포인트

이 문제는 $\alpha$-붕괴에서 질량수와 원자번호가 각각 얼마나 줄어드는지를 적용해 생성 핵종을 찾는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 핵종은 $^{238}_{92}\mathrm{U}$이다.
$\alpha$-입자 1개는 $^{4}_{2}\mathrm{He}$ 핵이므로 질량수 4, 원자번호 2를 가져간다.
구해야 할 값은 붕괴 뒤 딸핵의 질량수와 원자번호이다.

### 사용할 공식

핵반응식은 질량수와 원자번호가 각각 보존된다.
$^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$
따라서 $A = 238 - 4 = 234, Z = 92 - 2 = 90$이 된다.
이 공식을 쓰는 이유는 $\alpha$-붕괴가 헬륨핵 1개를 방출하는 반응이어서 빠져나간 질량수와 원자번호만큼 모핵의 값이 줄어들기 때문이다.

### 계산 과정

1. 질량수 보존으로 딸핵의 질량수는 $238 - 4 = 234$이다.
2. 원자번호 보존으로 딸핵의 원자번호는 $92 - 2 = 90$이다.
3. 원자번호 90인 원소는 Th이므로 생성 핵종은 $^{234}_{90}\mathrm{Th}$이다.

NoteBase

### 선지 판단

1번: O. $\alpha$-붕괴 후 딸핵은 $^{234}_{90}\mathrm{Th}$가 되므로 맞다.
2번: X. $^{235}_{91}\mathrm{Pa}$는 질량수는 3만 줄고 원자번호는 1만 줄어든 형태라서 $\alpha$-붕괴 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 핵종 자체이며, 올바르게는 $^{234}_{90}\mathrm{Th}$이다.
3번: X. $^{235}_{92}\mathrm{U}$는 질량수만 3 줄고 원자번호는 그대로인 형태라서 $\alpha$-붕괴가 아니라 다른 변화에 가깝다. 틀린 표현은 질량수와 원자번호 변화이며, 올바르게는 질량수 234, 원자번호 90이 된다.
4번: X. $^{238}_{93}\mathrm{Np}$는 질량수는 그대로이고 원자번호는 오히려 증가해 $\alpha$-붕괴 방향과 반대이다. 틀린 표현은 질량수와 원자번호 모두이며, 올바르게는 $^{234}_{90}\mathrm{Th}$이다.

### 오답 포인트

$\alpha$-붕괴를 막연히 원소만 바뀌는 과정으로 외우면 질량수와 원자번호를 함께 줄이지 못해 틀린다. 특히 2번처럼 둘 다 조금만 줄어든 선지는 $\beta$-붕괴 변화와 $\alpha$-붕괴 변화를 섞어 착각하게 만드는 함정이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

방사성 붕괴 문제는 먼저 방출 입자의 질량수와 원자번호를 적고, 모핵에서 각각 빼서 딸핵의 질량수와 원자번호를 동시에 확인하면 된다.

### 암기 포인트

$\alpha$-붕괴는 질량수 4 감소, 원자번호 2 감소이다.

NoteBase

**문 22. 25 °C의 물에서 CuBr의 몰 용해도는 $2.0 \times 10^{-4}\ molL^{-1}$이다. 25 °C의 $0.10M$ NaBr 수용액에서 CuBr의 몰 용해도$[molL^{-1}]$는?**

① $2.0 \times 10^{-4}$

② $2.0 \times 10^{-5}$

③ $4.0 \times 10^{-7}$

④ $4.0 \times 10^{-9}$

**정답 3번**

### 출제 포인트

이 문제는 용해도곱 $K_{sp}$와 공통 이온 효과를 이용해 CuBr의 몰 용해도를 구하는 문제이다.

### 조건 정리

- 주어진 값: 물에서의 CuBr 몰 용해도는 $2.0 \times 10^{-4} mol/L$이다.
- 구해야 할 값: $0.10M$ NaBr 수용액에서의 CuBr 몰 용해도이다.
- 주의할 조건: NaBr은 강전해질이므로 $[Br^-] \approx 0.10M$으로 본다.

### 사용할 공식

$K_{sp} = [Cu^+][Br^-]$

순수한 물에서는 CuBr이 1 : 1로 녹으므로

$K_{sp} = s^2 = (2.0 \times 10^{-4})^2 = 4.0 \times 10^{-8}$

이 공식을 쓰는 이유는 NaBr이 공급한 $Br^-$가 공통 이온으로 작용하여 CuBr의 용해 평형을 억제하기 때문이다.

### 계산 과정

1. 물에서의 몰 용해도를 $s$라 두면 $[Cu^+] = [Br^-] = s$이므로 $K_{sp} = s^2$이다.
2. 따라서 $K_{sp} = (2.0 \times 10^{-4})^2 = 4.0 \times 10^{-8}$이다.
3. $0.10M$ NaBr 수용액에서는 $[Br^-] \approx 0.10$이므로

$[Cu^+] = \frac{K_{sp}}{[Br^-]} = \frac{4.0 \times 10^{-8}}{0.10} = 4.0 \times 10^{-7}$

4. CuBr의 몰 용해도는 $[Cu^+]$와 같으므로 $4.0 \times 10^{-7} mol/L$이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① X: $2.0 \times 10^{-4}$는 순수한 물에서의 몰 용해도이다. NaBr이 들어가면 공통 이온 효과로 용해도가 더 작아진다. 틀린 표현은 수치 $2.0 \times 10^{-4}$이며, 올바르게는 $4.0 \times 10^{-7} mol/L$이다.
② X: $2.0 \times 10^{-5}$는 공통 이온 효과를 반영하더라도 계산이 부족한 값이다. $K_{sp} = 4.0 \times 10^{-8}$을 $[Br^-] = 0.10$으로 나누어야 하므로 결과는 $4.0 \times 10^{-7}$이다. 틀린 표현은 수치 $2.0 \times 10^{-5}$이며, 올바르게는 $4.0 \times 10^{-7} mol/L$이다.
③ O: $K_{sp} = 4.0 \times 10^{-8}$, $[Br^-] \approx 0.10$을 대입하면 $[Cu^+] = 4.0 \times 10^{-7}$이므로 옳다.
④ X: $4.0 \times 10^{-9}$는 공통 이온 효과를 과도하게 적용해 한 자리 더 작게 계산한 값이다. 0.10으로 한 번만 나누면 되므로 결과는 $4.0 \times 10^{-7}$이다. 틀린 표현은 수치 $4.0 \times 10^{-9}$이며, 올바르게는 $4.0 \times 10^{-7} mol/L$이다.

### 오답 포인트

순수한 물에서의 용해도 $s$를 그대로 답으로 고르거나, 공통 이온이 들어간 뒤에도 $[Br^-] = s$처럼 취급하는 실수가 자주 나온다. 이 문항의 함정은 공통 이온 $Br^-$ 때문에 $[Br^-] \approx 0.10$으로 바뀐다는 점이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

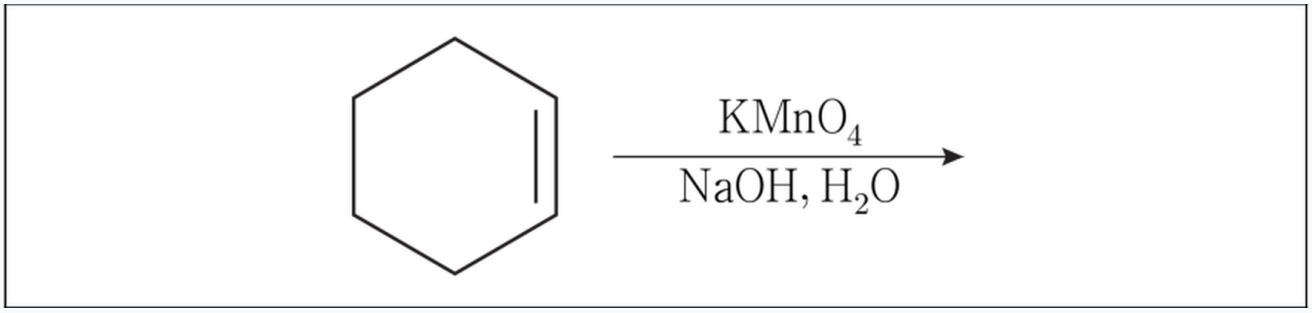
난용성 염의 공통 이온 문제는 먼저 순수한 물의 용해도로 $K_{sp}$를 구한 뒤, 공통 이온 농도를 새로 대입해 용해도를 다시 계산하는 순서로 판단한다.

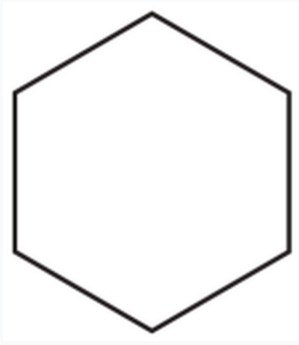
### 암기 포인트

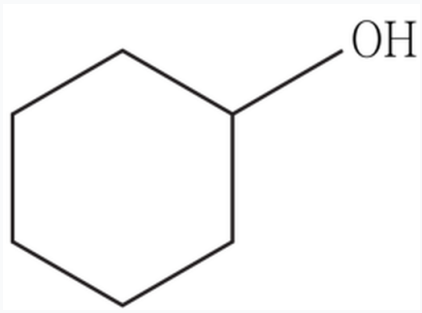
공통 이온이 있으면 먼저 $K_{sp}$를 만들고, 그다음 큰 공통 이온 농도로 나누어 새 용해도를 구한다.

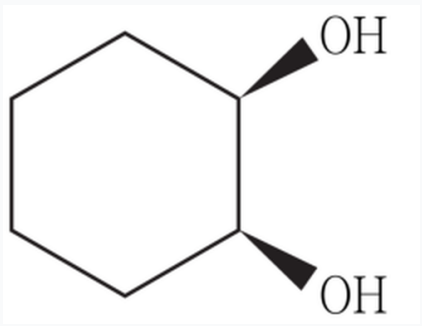
NoteBase

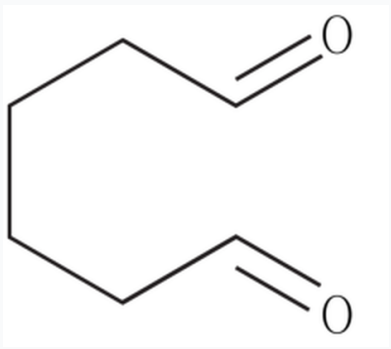
**문 23. 다음 반응이 0 ℃에서 진행될 때, 주생성물은?**




① 

② 


③ 


④ 


NoteBase

정답 3번

**출제 포인트**

이 문제는 0°C의 염기성 과망가니즈산칼륨이 알켄에 syn 첨가로 1,2-디올을 만들며, 고리 알켄에서는 cis-1,2-디올이 주생성물이 된다는 점을 묻는다.

**선지별 해설**

1번: X. 이 구조는 이중결합이 완전히 사라진 사이클로헥산으로, 수소가 첨가된 환원 생성물이다. $KMnO_4/NaOH/H_2O$는 알켄을 수소화하는 시약이 아니므로 틀리다. 틀린 표현은 '포화 탄화수소 생성'이고, 올바르게는 '이중결합의 두 탄소에 OH 두 개가 붙은 1,2-디올 생성'이다.
2번: X. 이 구조는 OH가 하나만 도입된 알코올이다. 차가운 염기성 $KMnO_4$는 이중결합의 양쪽 탄소를 함께 산화하여 vicinal diol을 만들므로 OH 하나만 생기는 생성물은 아니다. 틀린 표현은 'OH 하나만 도입'이고, 올바르게는 '인접한 두 탄소에 OH 두 개가 함께 도입'이다.
3번: O. 차가운 염기성 $KMnO_4$는 이중결합에 같은 면으로 OH 두 개를 붙이는 syn dihydroxylation을 일으킨다. 따라서 사이클로헥센에서는 cis-1,2-사이클로헥산디올이 주생성물이 되며, 그림처럼 두 OH가 같은 방향으로 나타난 구조가 맞다.
4번: X. 이 구조는 고리를 유지한 채 카보닐기가 두 개 생긴 형태이다. 0°C의 염기성 $KMnO_4$ 조건은 이런 산화적 절단 생성물을 주로 주지 않는다. 틀린 표현은 '카보닐 두 개 형성'이고, 올바르게는 '고리를 유지한 cis-1,2-디올 형성'이다.

**오답 포인트**

과망가니즈산칼륨을 보면 무조건 강한 산화와 절단을 떠올리기 쉽다. 이 문항의 함정은 0°C, NaOH, $H_2O$라는 온화한 조건을 놓치게 만들어 4번 같은 절단 생성물이나 2번 같은 단일 알코올 생성물로 오판하게 하는 데 있다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

알켄 반응은 먼저 시약의 세기와 온도를 본다. 차갑고 염기성인 $KMnO_4$이면 절단보다 syn dihydroxylation을 우선 떠올리고, 생성물이 cis-1,2-디올인지부터 판단한다.

**암기 포인트**

차가운 $KMnO_4/NaOH/H_2O$는 알켄을 cis-vicinal diol로 바꾼다.

NoteBase

**문 24. 다음은 납 축전지의 전지 반응식과 25°C에서의 표준 기전력($E^\circ$)이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

$$Pb(s) + PbO_2(s) + 2H^+(aq) + 2HSO_4^-(aq) \rightleftharpoons 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l), \quad E^\circ = 2.05V$$

① pH를 증가시키면 기전력은 증가한다.

② $H_2O$를 추가하면 기전력은 감소한다.

③ Pb을 추가해도 기전력은 변하지 않는다.

④ 전지가 평형 상태에 도달하면 기전력은 0V이다.

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 납 축전지의 네른스트식에서 반응지수 $Q$가 어떻게 바뀌는지와 고체·평형 조건의 의미를 함께 판단하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 전지 반응은 $Pb(s) + PbO_2(s) + 2H^+(aq) + 2HSO_4^-(aq) \rightleftharpoons 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$이다.
고체인 Pb, $PbO_2$, $PbSO_4$와 순수 액체 $H_2O$의 활동도는 1로 본다.
따라서 기전력은 산성 용액 속 $H^+$와 $HSO_4^-$의 활동도 변화에 의해 달라진다.

**사용할 공식**

25 °C에서 네른스트식은 $E = E^\circ - \frac{0.0592}{2}\log Q$ 이다.
이 반응에서는 $Q = \frac{1}{a_{H^+}^2 a_{HSO_4^-}^2}$ 이므로 $E = E^\circ + 0.0592\log(a_{H^+} a_{HSO_4^-})$ 로 정리된다.
이 공식을 쓰는 이유는 선택지들이 모두 산의 농도 변화, 고체의 첨가, 평형 도달이 기전력에 미치는 영향을 묻고 있기 때문이다.

**계산 과정**

1. $H^+$ 농도나 $HSO_4^-$ 농도가 커지면 $a_{H^+} a_{HSO_4^-}$가 커져 기전력이 증가한다.
2. 반대로 물을 넣어 산을 묽게 하거나 pH를 증가시키면 $H^+$가 감소하여 기전력이 감소한다.
3. 반응지수에 들어가지 않는 고체의 양을 추가해도 기전력은 변하지 않는다.
4. 전지가 평형에 도달하면 $\Delta G = 0$ 이고 $E = 0$ 이다.

NoteBase

### 선지 판단

1번: X. pH를 증가시킨다는 말은 $H^+$ 농도를 감소시킨다는 뜻이다. 그러면 $a_{H^+}a_{HSO_4^-}$가 작아져 기전력도 감소한다. 틀린 표현은 "기전력은 증가한다"이고, 올바르게는 "pH를 증가시키면 기전력은 감소한다"이다.
2번: O. $H_2O$를 추가하면 황산 용액이 희석되어 $H^+$와 $HSO_4^-$의 활동도가 함께 감소한다. 네른스트식에 따라 기전력은 감소한다.
3번: O. Pb는 순수 고체이므로 활동도를 1로 보고 반응지수 $Q$에 포함하지 않는다. 따라서 Pb를 더 넣어도 기전력은 변하지 않는다.
4번: O. 전지가 평형 상태에 도달하면 더 이상 자발적인 전지 반응이 진행되지 않으므로 $\Delta G = -nFE = 0$ 이고 기전력은 $0V$이다.

### 오답 포인트

1번의 함정은 pH와 $H^+$ 농도의 방향을 거꾸로 보는 데 있다. pH가 커지면 산성이 강해지는 것이 아니라 약해지므로 납 축전지의 기전력도 함께 작아진다. 또 반응식에 적혀 있다고 해서 고체와 순수 액체를 모두 $Q$에 넣으면 3번 판단도 흔들리게 된다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

전지 반응 문제가 나오면 먼저 네른스트식에 들어가는 종과 빠지는 종을 구분한다. 그다음 농도가 변하는 반응물·생성물이 기전력을 키우는지 줄이는지 판단하고, 마지막으로 평형이면 $E = 0$ 인지를 확인한다.

### 암기 포인트

납 축전지는 산이 진할수록 기전력이 크고, 고체를 더 넣어도 기전력은 변하지 않으며, 평형에서는 $E = 0$, 즉 $0V$이다.

NoteBase

**문 25. 다음은 강철 용기에서 $A \rightarrow B + C$ 반응을 진행한 결과이고, 이 반응의 반응 속도는 $k[A]^n$이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 온도는 $T$K로 일정하다)**

| 시간[min] | 0 | 10 | 20 | 40 | $t$ |
|---|---|---|---|---|---|
| A의 몰농도[M] | $\frac{6}{25}$ | $\frac{4}{25}$ | $\frac{3}{25}$ | $\frac{2}{25}$ | $\frac{3}{50}$ |

ㄱ. $T$K에서 속도 상수 $k$는 $\frac{4}{25}\mathrm{M}^{-1}\mathrm{min}^{-1}$이다.

ㄴ. $t$는 60이다.

ㄷ. 반응 속도는 0min일 때가 20min일 때의 4배이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 시간에 따른 $A$의 몰농도 변화를 보고 반응차수와 속도상수 $k$를 구한 뒤 각 진술의 옳고 그름을 판단하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값은 0분에서 $[A] = 6/25$, 10분에서 $[A] = 4/25$, 20분에서 $[A] = 3/25$, 40분에서 $[A] = 2/25$이다.
구해야 할 값은 반응차수 $n$, 속도상수 $k$, 그리고 $[A] = 3/50$일 때의 시간 $t$이다.
온도는 일정하고 속도식은 $v = k[A]^n$이다.

**사용할 공식**

2차 반응이면 적분식이 $\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]_0}$이다.
주어진 표에서 $1/[A]$를 계산하면 0분, 10분, 20분, 40분에서 각각 25/6, 25/4, 25/3, 25/2가 되어 시간에 따라 직선적으로 증가하므로 2차 반응식을 쓰는 상황이다.

NoteBase

### 계산 과정

1. $1/[A]$ 값이 시간에 비례하므로 $n=2$이다.
2. 속도상수는 $k=\frac{1/[A]-1/[A]_0}{t}=\frac{25/4-25/6}{10}=\frac{25/12}{10}=\frac{5}{24}M^{-1}min^{-1}$이다.
3. $[A]=3/50$이면 $\frac{1}{[A]}=\frac{50}{3}$이므로 $\frac{50}{3}=kt+\frac{25}{6}$이다.
4. 따라서 $kt=\frac{50}{3}-\frac{25}{6}=\frac{25}{2}$이고 $t=\frac{25/2}{5/24}=60$이다.
5. 속도비는 $v_0/v_{20}=k(6/25)^2/k(3/25)^2=4$이므로 0분의 반응 속도는 20분의 4배이다.

### 선지 판단

1번 X: 1번은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이다. 그러나 $k$는 $\frac{5}{24}M^{-1}min^{-1}$이므로 ㄱ의 $\frac{4}{25}M^{-1}min^{-1}$는 틀리다. 올바르게는 ㄴ, ㄷ이 옳다.
2번 X: 2번은 ㄴ만 옳다고 본 선택지이다. $t=60$이므로 ㄴ은 맞지만, 2차 반응에서 속도는 $[A]^2$에 비례하므로 0분의 속도는 20분의 4배가 되어 ㄷ도 맞다. 올바르게는 ㄴ, ㄷ이 옳다.
3번 X: 3번은 ㄱ, ㄷ이 옳다고 본 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄱ의 속도상수 값이 틀리고, 대신 ㄴ의 $t=60$이 맞다. 올바르게는 ㄴ, ㄷ이 옳다.
4번 O: 4번은 ㄴ, ㄷ이 옳다고 본 선택지이다. $t=60$이고 속도비도 4배이므로 ㄴ, ㄷ만 옳다.

### 오답 포인트

농도 값만 보고 1차 반응처럼 일정 시간마다 같은 비율로 줄어드는지부터 확인하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 $[A]$가 아니라 $1/[A]$를 만들어 직선 여부를 봐야 하고, 속도비를 구할 때도 농도비에 제곱이 붙는다는 점을 놓치면 ㄷ을 틀리게 된다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

농도-시간 표가 나오면 먼저 0차는 $[A]$, 1차는 $\ln[A]$, 2차는 $1/[A]$가 시간에 대해 직선인지 확인한다. 그다음 맞는 적분식을 골라 $k$를 구하고, 속도비는 원래 속도식 $v=k[A]^n$에 바로 대입해 판단한다.

### 암기 포인트

2차 반응은 $1/[A]$-시간 그래프가 직선이고, 속도비는 농도비의 제곱으로 계산한다.

NoteBase