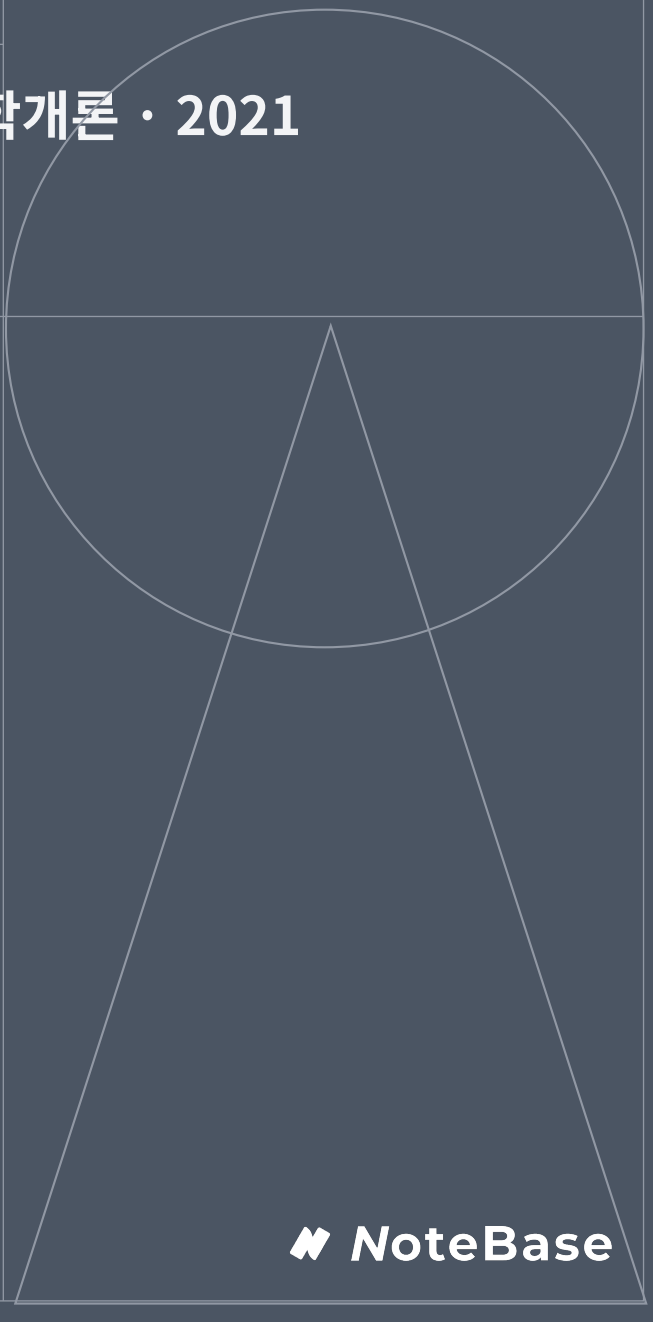
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2021

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2021

문 1. 액체상태의 에탄올(C_2H_5OH) 분자 사이의 인력에 영향을 주는 요인을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 이온-쌍극자 인력
ㄴ. 쌍극자-쌍극자 인력
ㄷ. 런던분산력(반데르발스 인력)
ㄹ. 수소 결합

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

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 액체 에탄올 C_2H_5OH 분자 사이에 작용하는 분자간 힘을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

이온-쌍극자 인력: 이온과 극성 분자 사이의 인력이다. 순수한 에탄올 분자끼리의 인력이 아니므로 이 문항에는 해당하지 않는다.
쌍극자-쌍극자 인력: 극성 분자들이 부분 양전하와 부분 음전하 사이에서 끌어당기는 인력이다. 에탄올은 $O-H$ 결합과 분자 구조 때문에 극성을 가지므로 해당한다.
런던분산력: 순간적인 전자 분포의 치우침으로 모든 분자 사이에 생기는 인력이다. 에탄올에도 항상 존재한다.
수소 결합: H가 N, O, F에 결합한 분자에서 다른 분자의 비공유 전자쌍과 강하게 끌리는 특수한 쌍극자-쌍극자 인력이다. 에탄올에는 $O-H$가 있으므로 해당한다.

NoteBase

보기 판단

ㄱ X: 이온-쌍극자 인력은 이온이 있어야 한다. 액체 에탄올은 에탄올 분자 사이의 인력을 묻고 있으므로 ㄱ은 제외된다. 틀린 표현은 '이온-쌍극자 인력'이고, 올바르게는 '순수 에탄올 분자 사이에는 이온-쌍극자 인력이 아니라 쌍극자-쌍극자 인력, 런던분산력, 수소 결합이 작용한다'이다.
ㄴ O: 에탄올은 극성 분자이므로 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 인력이 작용한다.
ㄷ O: 런던분산력은 모든 분자 사이에 작용하므로 에탄올 분자 사이에도 존재한다.
ㄹ O: 에탄올은 $O-H$ 결합을 가지므로 에탄올 분자 사이에 수소 결합이 형성될 수 있다.

선지별 해설

① X: ㄱ, ㄴ만 고른 선택지이다. ㄱ은 이온이 필요한 이온-쌍극자 인력이므로 순수 에탄올 분자 사이 인력에 해당하지 않고, ㄷ과 ㄹ이 빠져 있다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ'은 올바르게는 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'이다.
② X: ㄴ, ㄹ만 고른 선택지이다. 쌍극자-쌍극자 인력과 수소 결합은 맞지만, 모든 분자 사이에 작용하는 런던분산력 ㄷ이 빠져 있다. 틀린 조합 'ㄴ, ㄹ'은 올바르게는 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'이다.
③ X: ㄷ, ㄹ만 고른 선택지이다. 런던분산력과 수소 결합은 맞지만, 에탄올이 극성 분자이므로 쌍극자-쌍극자 인력 ㄴ도 작용한다. 틀린 조합 'ㄷ, ㄹ'은 올바르게는 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'이다.
④ O: ㄴ, ㄷ, ㄹ을 고른 선택지이다. 에탄올 분자 사이에는 쌍극자-쌍극자 인력, 모든 분자에 공통인 런던분산력, $O-H$에 의한 수소 결합이 모두 작용한다.
⑤ X: ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ을 모두 고른 선택지이다. ㄴ, ㄷ, ㄹ은 맞지만 ㄱ 이온-쌍극자 인력은 이온과 극성 분자 사이의 인력이므로 순수 에탄올 분자 사이 인력에 해당하지 않는다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ'은 올바르게는 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 '극성 분자'라는 말에서 이온-쌍극자 인력까지 함께 고르는 것이다. 이온-쌍극자 인력은 이온이 있을 때만 작용하므로, 순수한 액체 에탄올의 분자 사이 인력에서는 제외된다. 반대로 런던분산력은 약해 보여도 모든 분자 사이에 항상 존재하므로 빠뜨리면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자 사이 인력 문제는 먼저 이온의 존재 여부를 본다. 이온이 없으면 이온-쌍극자 인력은 제외한다. 그다음 분자가 극성이면 쌍극자-쌍극자 인력을 포함하고, $N-H$, $O-H$, $F-H$가 있으면 수소 결합을 포함하며, 런던분산력은 모든 분자에 포함한다.

암기 포인트

순수 에탄올 분자 사이 인력은 '극성이라 ㄴ, 모든 분자라 ㄷ, $O-H$라 ㄹ'이다. 이온이 없으므로 ㄱ은 아니다.

NoteBase

문 2. [표]는 할로젠화 수소 HX, HY, HZ에 대하여 수소와 할로젠 원소 사이의 결합 길이를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X, Y, Z는 임의의 원소이다.)

할로젠화 수소	HX	HY	HZ
결합 길이(pm)	127	142	161

<보 기>

ㄱ. 결합 차수는 HX가 HY보다 크다.

ㄴ. 결합 극성은 HX가 HY보다 크다.

ㄷ. 결합 해리 에너지는 HY가 HZ보다 크다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 할로젠화 수소 HX, HY, HZ의 결합 길이 변화로부터 결합 차수, 결합 극성, 결합 해리 에너지의 크기 관계를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

할로젠화 수소의 H-X 결합은 보통 단일 결합이므로 결합 차수는 모두 1로 본다.
결합 길이가 짧을수록 일반적으로 결합은 강하고 결합 해리 에너지는 크다.
할로젠 원자가 작을수록 같은 족에서 전기음성도가 커지므로 H와의 전기음성도 차이가 커져 결합 극성이 커진다.
따라서 결합 길이가 HX < HY < HZ이면 X가 Y보다 작고 전기음성도가 큰 할로젠이며, HX의 결합 극성이 HY보다 크다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ만 옳다는 선택지이다. ㄱ의 '결합 차수는 HX가 HY보다 크다'가 틀리다. HX와 HY는 모두 H와 할로젠 사이의 단일 결합으로 보아 결합 차수가 같으므로, 올바르게는 '결합 차수는 HX와 HY가 같다'이다.

② X
ㄴ만 옳다는 선택지이다. ㄴ의 '결합 극성은 HX가 HY보다 크다'는 옳지만, ㄷ도 옳으므로 ㄴ만 고른 선택지는 정답이 될 수 없다.

③ X
ㄱ, ㄷ이 옳다는 선택지이다. ㄷ의 '결합 해리 에너지는 HY가 HZ보다 크다'는 옳다. HY의 결합 길이가 HZ보다 짧아 결합이 더 강하기 때문이다. 그러나 ㄱ이 틀리므로 이 선택지는 정답이 아니다. ㄱ은 'HX와 HY의 결합 차수는 같다'로 고쳐야 한다.

④ O
ㄴ, ㄷ이 옳다는 선택지이다. ㄴ은 결합 길이가 더 짧은 HX에서 X가 Y보다 전기음성도가 큰 할로젠이므로 H-X 결합의 극성이 H-Y보다 커져 옳다. ㄷ은 HY의 결합 길이가 HZ보다 짧아 H-Y 결합이 더 강하므로 결합 해리 에너지가 H-Z보다 커져 옳다.

⑤ X
ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다는 선택지이다. ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ이 틀리므로 정답이 아니다. ㄱ의 올바른 표현은 '결합 차수는 HX, HY, HZ가 모두 같다'이다.

오답 포인트

짧은 결합을 보고 결합 차수까지 더 크다고 판단하는 것이 함정이다. 이 문제의 HX, HY, HZ는 서로 다른 할로젠 원자가 결합한 수소 화합물이므로 결합 길이 차이는 주로 할로젠 원자 크기 차이에서 나온다. 결합 차수는 이중 결합, 삼중 결합처럼 결합 수가 달라질 때 비교하는 값이고, 여기서는 모두 단일 결합이다.

다시 나오면 이렇게 판단

할로젠화 수소의 결합 길이가 짧은 쪽부터 원자 반지름이 작고 전기음성도가 큰 할로젠으로 판단한다. 결합 차수는 모두 단일 결합이면 같다고 보고, 결합 해리 에너지는 결합 길이가 짧은 쪽이 더 크다고 판단한다.

암기 포인트

할로젠화 수소는 결합 길이 짧음 → 극성 큼, 결합 해리 에너지 큼, 그러나 결합 차수는 모두 1이다.

NoteBase

문 3. 자동차 에어백에는 다음의 아자이드화 소듐(NaN_3)의 분해반응이 이용된다. 320 K, 1 atm에서 50 L로 팽창하는 에어백을 만들기 위해 필요한 NaN_3의 몰 수를 구하면? (단, 기체는 이상기체이고, 300 K, 1 atm에서 기체 1몰의 부피는 25 L이며, 고체의 부피는 무시한다.)

$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$

① $\frac{16}{15}$
② $\frac{5}{4}$
③ $\frac{3}{2}$
④ $\frac{15}{8}$
⑤ 2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이상기체의 부피-몰수-온도 관계와 반응식 계수비를 이용해 필요한 NaN_3의 몰수를 구하는 계산 문제이다.

조건 정리

주어진 반응식: $2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$
필요한 기체 조건: $320K$, $1atm$, $50L$
기준 조건: $300K$, $1atm$에서 기체 1몰의 부피는 $25L$
구해야 할 값: $50L$의 N_2를 만들기 위해 필요한 NaN_3의 몰수
주의할 조건: 압력은 둘 다 $1atm$이므로 같고, 기체 부피는 몰수와 절대온도에 비례한다.

사용할 공식

같은 압력에서 이상기체는 $V \propto nT$이므로 다음 관계를 쓴다.
$\frac{V_1}{n_1T_1} = \frac{V_2}{n_2T_2}$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 기체가 이상기체이고 압력이 일정하며, 온도가 $300K$에서 $320K$로 달라졌기 때문이다. 그런 다음 반응식의 계수비 $2NaN_3 : 3N_2$를 적용한다.

계산 과정

1. $300K$, $1atm$에서 1몰의 부피가 $25L$이므로, $320K$에서 1몰의 부피는 $25 \times \frac{320}{300} = \frac{80}{3}L$이다.
2. $320K$, $1atm$에서 $50L$를 차지하는 N_2의 몰수는 $50 \div \frac{80}{3} = \frac{15}{8}$몰이다.
3. 반응식에서 3몰의 N_2를 만들 때 2몰의 NaN_3가 필요하므로, 필요한 NaN_3의 몰수는 $\frac{15}{8} \times \frac{2}{3} = \frac{5}{4}$몰이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- $\frac{16}{15}$몰은 계산 결과 $\frac{5}{4}$몰과 다르다. 틀린 표현 $\frac{16}{15}$몰 → 올바르게는 $\frac{5}{4}$몰이다.

② O
- 필요한 N_2가 $\frac{15}{8}$몰이고, 반응식 계수비상 $NaN_3 : N_2 = 2 : 3$이므로 NaN_3는 $\frac{5}{4}$몰이 필요하다.

③ X
- $\frac{3}{2}$몰은 NaN_3의 몰수가 아니라 계산 과정에서 나오는 정답값도 아니다. 틀린 표현 $\frac{3}{2}$몰 → 올바르게는 $\frac{5}{4}$몰이다.

④ X
- $\frac{15}{8}$몰은 필요한 NaN_3의 몰수가 아니라 생성되어야 하는 N_2의 몰수이다. 틀린 표현 $\frac{15}{8}$몰 → 올바르게는 NaN_3 $\frac{5}{4}$몰이다.

⑤ X
- 2몰은 반응식에서 NaN_3의 계수일 뿐, 실제 조건에서 필요한 몰수가 아니다. 틀린 표현 2몰 → 올바르게는 $\frac{5}{4}$몰이다.

계산 결과 NaN_3가 $\frac{5}{4}$몰 필요하므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $50L$를 바로 $25L$로 나누어 2몰로 처리하거나, $\frac{15}{8}$몰을 NaN_3의 몰수로 착각하는 데 있다. 온도가 $300K$가 아니라 $320K$이므로 먼저 N_2의 몰수를 온도 보정으로 구한 뒤, 마지막에 계수비 2 : 3을 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

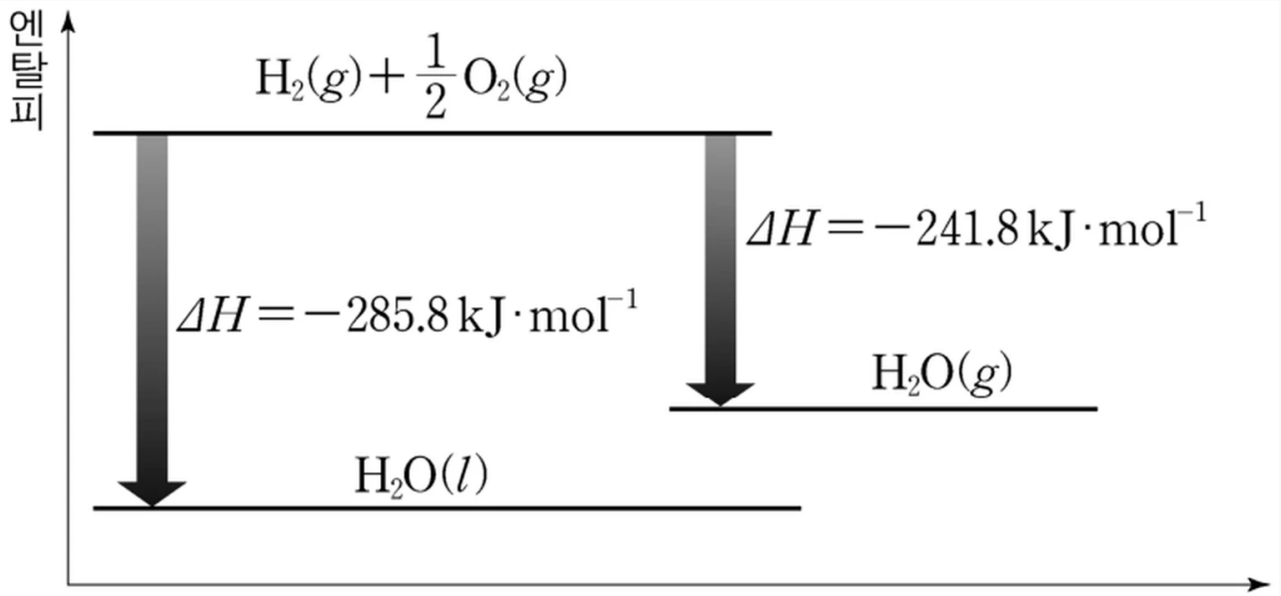
기체 발생량을 묻는 반응식 문제는 먼저 이상기체 조건으로 생성 기체의 몰수를 구하고, 그다음 반응식 계수비로 반응물의 몰수를 바꾸어 판단한다.

암기 포인트

같은 압력에서 이상기체는 $V \propto nT$이고, 이 문제의 마지막 변환은 N_2몰수에 $\frac{2}{3}$을 곱하는 것이다.

NoteBase

문 4. [그림]은 25°C, 1atm에서 수소(H_2)와 산소(O_2)가 반응하여 수증기와 물이 생성될 때의 엔탈피 변화를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① $H_2O(g)$의 분해열(ΔH)은 $241.8\mathrm{kJ\cdot mol^{-1}}$이다.

② $H_2O(l)$의 생성열(ΔH)은 $-285.8\mathrm{kJ\cdot mol^{-1}}$이다.

③ $H_2O(g)$가 $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)$보다 안정하다.

④ $H_2O(l)$ 1g을 $H_2O(g)$로 만들려면 $\frac{22}{9}$kJ을 방출해야 한다.

⑤ 같은 물질이라도 상태에 따라 내부에너지는 다르다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 생성 엔탈피의 부호, 역반응의 엔탈피 부호, 그리고 $H_2O(l)$과 $H_2O(g)$ 사이의 엔탈피 차이를 이용해 옳지 않은 설명을 찾는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(l)$, $\Delta H=-285.8kJ/mol$; $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(g)$, $\Delta H=-241.8kJ/mol$.

구해야 할 값: $H_2O(l)\rightarrow H_2O(g)$의 엔탈피 변화와 1 g당 필요한 열량이다.

주의할 조건: 아래쪽 에너지 준위일수록 엔탈피가 낮아 더 안정하며, 액체에서 기체로 갈 때는 에너지를 흡수한다.

NoteBase

사용할 공식

$\Delta H_{l\to g} = \Delta H_f(H_2O(g)) - \Delta H_f(H_2O(l))$
이 공식을 쓰는 이유: 같은 반응물 $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$에서 출발한 두 생성물의 엔탈피 차이가 곧 $H_2O(l)$과 $H_2O(g)$ 사이의 상태 변화 엔탈피이기 때문이다.

계산 과정

1. $H_2O(l)$에서 $H_2O(g)$로 갈 때의 엔탈피 변화를 구한다.
$\Delta H_{l\to g} = (-241.8) - (-285.8) = +44.0 kJ/mol$
2. 물 1 mol의 질량은 $18g$이므로 1 g은 $\frac{1}{18} mol$이다.
3. 1 g을 기화시키는 데 필요한 열량은 $44.0 \times \frac{1}{18} = \frac{22}{9} kJ$이다.
4. 값이 양수이므로 방출이 아니라 흡수이다.

선지 판단

① O
- $H_2O(g)$의 생성 엔탈피가 $-241.8 kJ/mol$이므로, 역반응인 $H_2O(g)$의 분해 엔탈피는 부호가 바뀌어 $+241.8 kJ/mol$이다.

② O
- 그림에서 $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \to H_2O(l)$의 엔탈피 변화가 $-285.8 kJ/mol$로 제시되어 있으므로 $H_2O(l)$의 생성열은 $-285.8 kJ/mol$이다.

③ O
- $H_2O(g)$는 반응물 $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$보다 엔탈피가 $241.8 kJ/mol$ 낮다. 엔탈피 준위가 낮은 쪽이 더 안정하므로 $H_2O(g)$가 더 안정하다는 설명은 옳다.

④ X
- $H_2O(l) \to H_2O(g)$의 엔탈피 변화는 $+44.0 kJ/mol$이고, 1 g 기준으로는 $\frac{22}{9} kJ$이다. 틀린 표현은 "방출해야 한다"이며, 올바르게는 "$\frac{22}{9} kJ$을 흡수해야 한다"이다.

⑤ O
- 같은 물질이라도 상태가 달라지면 입자 사이 거리와 상호작용이 달라져 내부에너지가 달라진다. 특히 액체가 기체가 되려면 에너지를 흡수하므로 상태에 따라 내부에너지가 다르다는 설명은 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 ④에서 열량의 크기 $\frac{22}{9} kJ$는 맞게 두고, 열의 방향만 "방출"로 바꾼 점이다. 액체에서 기체로 갈 때 엔탈피가 높아지므로 기화는 흡열 과정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

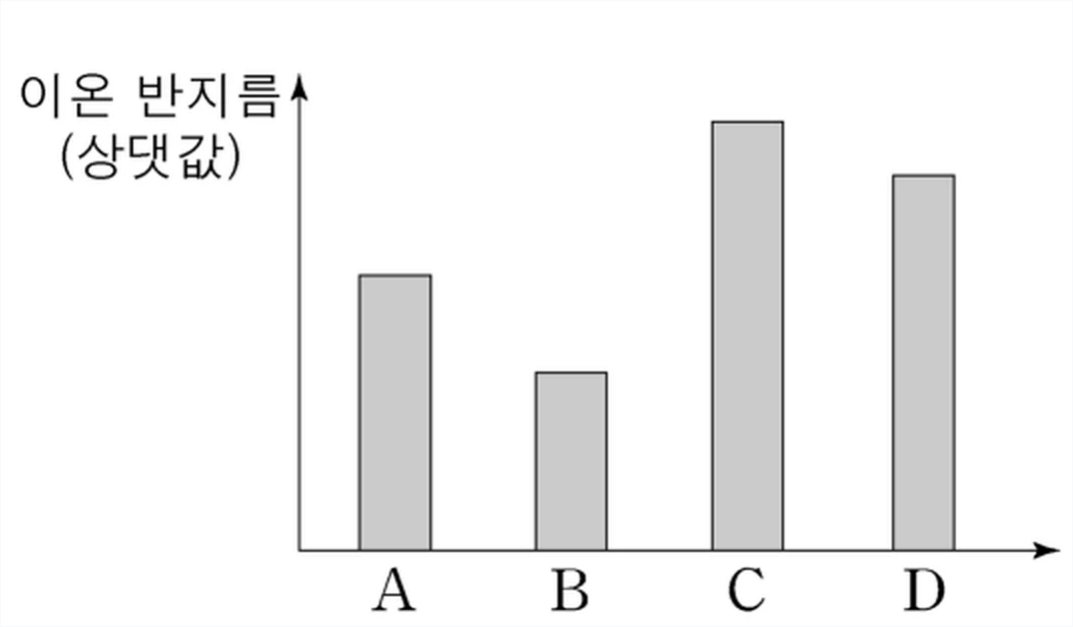
엔탈피 도식 문제는 먼저 위아래 에너지 준위를 비교하고, 역반응은 부호를 바꾸며, 두 생성물 사이 상태 변화는 생성 엔탈피끼리 빼서 판단한다. 마지막에 mol 단위 값을 질량 단위로 바꿀 때 몰질량을 나누어 단위를 검산한다.

암기 포인트

수증기 생성열은 액체 물 생성열보다 덜 음수이고, $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$는 $+44.0 kJ/mol$의 흡열 과정이다.

문 5. [그림]은 2, 3주기 원소 A, B, C, D가 이온 결합 화합물 AD와 BC를 만들 때, 각 원소의 이온 반지름을 나타낸 것이다. A, B, C, D 이온의 전자 배치는 Ne와 같다.

원소 A, B, C, D에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, A, B, C, D는 임의의 원소이다.)



① B는 2주기 원소이다.

② 전기 음성도는 D가 가장 크다.

③ 원자 반지름은 D가 C보다 크다.

④ 이온화 에너지가 가장 작은 원자는 C이다.

⑤ 바닥상태의 전자 배치에서 홀전자 수가 가장 많은 원자는 A이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 Ne과 같은 전자 배치를 가진 등전자 이온에서 이온 반지름 순서와 주기율 경향을 함께 읽는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 그래프에서 이온 반지름 순서는 C > D > A > B임을 확인한다.
2. Ne과 같은 전자 배치를 가진 이온은 핵전하가 클수록 전자를 더 강하게 끌어당기므로 이온 반지름이 작아진다.
3. 큰 이온인 C, D는 2주기 비금속 음이온이고, 작은 이온인 A, B는 3주기 금속 양이온으로 연결한다.

NoteBase

핵심 근거

Ne 등전자 이온의 대표적 순서는 N3- > O2- > F- > Na+ > Mg2+ > Al3+처럼 핵전하가 커질수록 반지름이 작아지는 방향이다. 그래프에서 C가 D보다 크므로 C는 D보다 왼쪽의 2주기 비금속 음이온이고, D는 C보다 오른쪽의 2주기 비금속 음이온이다. A와 B는 이들보다 작은 3주기 금속 양이온이며, B가 A보다 더 작다.

선지별 해설

① X
- 근거 위치: 그래프에서 B는 네 이온 중 반지름이 가장 작다.
- Ne 등전자 이온에서 반지름이 가장 작은 쪽은 핵전하가 큰 3주기 금속 양이온 쪽이다. 따라서 'B는 2주기 원소이다'가 틀렸고, 올바르게는 B는 3주기 금속 원소이다.

② O
- 근거 위치: 그래프에서 D는 C보다 반지름이 작고, A와 B보다 반지름이 크다.
- C와 D는 2주기 비금속 음이온이고, D가 C보다 반지름이 작으므로 D의 원자번호가 C보다 크다. 같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록 전기 음성도가 커지므로 D가 C보다 전기 음성도가 크고, 3주기 금속인 A, B보다도 크다. 따라서 전기 음성도는 D가 가장 크다.

③ X
- 근거 위치: 그래프에서 D의 이온 반지름은 C보다 작다.
- C와 D는 같은 2주기 비금속 쪽이며, D는 C보다 오른쪽 원소이다. 같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름도 작아진다. 따라서 '원자 반지름은 D가 C보다 크다'가 틀렸고, 올바르게는 원자 반지름은 D가 C보다 작다.

④ X
- 근거 위치: 그래프에서 C는 큰 음이온을 만드는 2주기 비금속 원소이다.
- 2주기 비금속인 C는 3주기 금속인 A, B보다 첫 번째 이온화 에너지가 크다. 따라서 '이온화 에너지가 가장 작은 원자는 C이다'가 틀렸고, 올바르게는 이온화 에너지가 가장 작은 원자는 C가 아니라 3주기 금속 원소 쪽이다.

⑤ X
- 근거 위치: 그래프에서 A는 작은 양이온을 만드는 3주기 금속 원소이고, C는 큰 음이온을 만드는 2주기 비금속 원소이다.
- 바닥상태 전자 배치에서 A와 같은 3주기 금속 원소는 홀전자 수가 많지 않다. 반면 C는 N 또는 O처럼 2주기 p 오비탈에 홀전자가 더 많이 남는 비금속 원소에 해당한다. 따라서 '홀전자 수가 가장 많은 원자는 A이다'가 틀렸고, 올바르게는 홀전자 수가 가장 많은 원자는 C이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 이온 반지름 그래프를 원자 반지름 그래프로 바로 착각하는 것이다. 이 문항의 그래프는 모두 Ne과 같은 전자 배치를 가진 이온의 반지름이므로, 먼저 등전자 이온에서는 핵전하가 클수록 반지름이 작아진다는 기준을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

등전자 이온의 반지름 비교는 전자 수가 같다는 조건을 먼저 잡고, 핵전하가 큰 이온일수록 반지름이 작아지는 방향으로 판단한다. Ne 등전자 이온에서는 2주기 비금속 음이온이 크게, 3주기 금속 양이온이 작게 나타난다.

암기 포인트

Ne 등전자 이온 반지름은 핵전하 증가 방향과 반대로 작아진다. 큰 쪽은 2주기 음이온, 작은 쪽은 3주기 양이온이다.

NoteBase

문 6. 용융된 $MgCl_2$로부터 Mg와 Cl_2를 생산하기 위해 10A의 전류를 9650초 동안 흘려 전기 분해했다. 산화 전극에서 얻어지는 물질과 이론적 수득량으로 옳은 것은? (단, 패러데이 상수 F는 $96500C \cdot (mol\ e^-)^{-1}$으로 한다.)

① Mg 0.5mol

② Mg 1mol

③ Mg 1.5mol

④ Cl_2 0.5mol

⑤ Cl_2 1mol

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전기분해에서 전하량으로 전자 몰수를 구한 뒤, 산화전극에서 생성되는 Cl_2의 몰수를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류 $10A$, 시간 9650초, 패러데이 상수 $F = 96500C/(mol\ e^-)$
구해야 할 값: 산화전극에서 얻어지는 물질과 이론적 수득량
주의할 조건: 용융 $MgCl_2$의 전기분해에서 산화전극은 염화 이온이 산화되어 염소 기체가 생기는 전극이다.

사용할 공식

전하량은 $Q = It$이고, 전자 몰수는 $n(e^-) = Q/F$이다.
산화전극 반응은 $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$이므로 Cl_2 1 mol을 만들려면 전자 2 mol이 관여한다.
이 공식을 쓰는 이유: 전류와 시간이 주어져 전체 전하량을 먼저 구할 수 있고, 패러데이 상수로 전하량을 전자 몰수로 바꾼 뒤 반응식의 전자 계수와 생성물 계수를 비교해야 한다.

계산 과정

1. 전체 전하량은 $Q = It = 10A \times 9650s = 96500C$이다.
2. 전자 몰수는 $n(e^-) = 96500/96500 = 1mol\ e^-$이다.
3. 산화전극 반응 $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$에서 전자 2 mol당 Cl_2 1 mol이 생기므로, 전자 1 mol로 생기는 Cl_2는 $0.5mol$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 0.5mol이라는 양은 Mg 생성량으로는 맞을 수 있지만, Mg는 산화전극이 아니라 환원전극에서 $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$로 생성된다. 틀린 표현은 "Mg"이고, 올바르게는 산화전극 생성물은 Cl_2이다.

② X
- Mg는 환원전극 생성물이므로 물질이 틀리고, 전자 1 mol로 Mg 1 mol이 생기는 것도 아니다. 틀린 표현은 "Mg 1 mol"이고, 올바르게는 환원전극 Mg는 0.5mol, 산화전극 Cl_2도 0.5mol이다.

③ X
- Mg는 산화전극 생성물이 아니며, 전자 1 mol로 Mg 1.5mol이 생길 수 없다. 틀린 표현은 "Mg 1.5 mol"이고, 올바르게는 산화전극에서 Cl_2 0.5mol이 생성된다.

④ O
- 산화전극에서는 Cl^-가 전자를 잃어 Cl_2가 된다. 전자 1 mol이 흐르면 $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$의 비례식에 따라 Cl_2 0.5mol이 생성되므로 옳다.

⑤ X
- 산화전극 생성물이 Cl_2인 것은 맞지만, Cl_2 1 mol에는 전자 2 mol이 필요하다. 틀린 표현은 "1 mol"이고, 올바르게는 전자 1 mol에 대해 Cl_2 0.5mol이다.

계산 결과 산화전극 생성물은 Cl_2, 이론적 수득량은 0.5mol이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 산화전극과 환원전극을 바꾸어 생각하게 하는 것이다. Mg^{2+}는 전자를 받아 Mg가 되므로 환원전극 생성물이고, 산화전극에서는 Cl^-가 전자를 잃어 Cl_2가 된다. 또 전자 1 mol을 곧바로 생성물 1 mol로 보는 실수도 주의해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

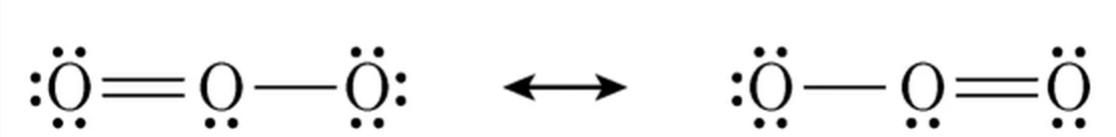
전기분해 계산형 문제는 $Q = It$로 전하량을 구하고, Q/F로 전자 몰수를 구한 뒤, 해당 전극의 반응식에서 전자 계수와 생성물 계수를 비교해 판단한다.

암기 포인트

용융 $MgCl_2$ 전기분해에서 환원전극은 Mg 생성, 산화전극은 Cl_2 생성이다. Cl_2 1 mol에는 전자 2 mol이 필요하다.

NoteBase

문 7. 오존(O_3)은 [그림]과 같은 공명 구조를 갖는다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보 기>

ㄱ. 비극성이다.

ㄴ. 결합한 두 O 원자의 핵 간 거리는 모두 같다.

ㄷ. 중심 원자의 형식전하는 0이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 오존 O_3의 공명 구조에서 실제 결합 길이, 분자 극성, 형식전하를 판단하는 문제이다. 오존은 두 공명 구조가 기여하므로 두 $O-O$ 결합이 평균화되지만, 분자 구조는 굽은형이고 중심 O의 형식전하는 0이 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ이 틀렸다. 오존은 중심 O 주위에 결합 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 1개가 있어 굽은형 구조가 되고, 결합 쌍극자가 서로 완전히 상쇄되지 않는다. 틀린 표현 '비극성이다'는 '극성이다'로 고쳐야 한다.

② O
ㄴ만 옳다. 오존은 두 공명 구조가 빠르게 따로 존재하는 것이 아니라 실제 구조에서 두 $O-O$ 결합이 동등하게 평균화된다. 따라서 결합한 두 O 원자의 핵 간 거리는 모두 같다.

③ X
ㄱ과 ㄷ이 모두 틀렸다. ㄱ은 오존이 굽은형 극성 분자라는 점에 어긋난다. ㄷ도 틀린데, 그림의 각 공명 구조에서 중심 O는 결합 3개와 비공유 전자쌍 1개를 가지므로 형식전하는 +1이다. 틀린 표현 '중심 원자의 형식전하는 0이다'는 '중심 원자의 형식전하는 +1이다'로 고쳐야 한다.

④ X
ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. 두 결합 길이가 같은 것은 공명에 따른 평균화 때문이지만, 중심 O의 형식전하는 0이 아니라 +1이다. 따라서 ㄷ을 포함한 조합은 정답이 될 수 없다.

⑤ X
ㄴ은 옳지만 ㄱ과 ㄷ이 틀렸다. 오존은 비극성이 아니라 극성이고, 중심 O의 형식전하는 0이 아니라 +1이다. 따라서 세 보기 전체가 모두 옳다는 조합은 성립하지 않는다.

오답 포인트

공명 구조가 대칭처럼 보인다고 해서 분자 전체가 비극성이라고 판단하는 것이 함정이다. 공명은 두 결합 길이를 같게 만들지만, 분자의 굽은형 구조까지 직선형으로 바꾸지는 않는다. 또 형식전하는 원자별로 계산하므로 중심 O는 0이 아니라 +1이다.

다시 나오면 이렇게 판단

공명 구조 문제에서는 먼저 동등한 공명 기여로 실제 결합 길이가 평균화되는지를 본다. 그다음 분자 극성은 결합 길이가 아니라 실제 분자 모양과 쌍극자 상쇄 여부로 판단한다. 형식전하는 원자가전자 수-비공유전자 수-(1)/(2)공유전자 수로 각 원자마다 따로 계산한다.

암기 포인트

오존 O_3: 굽은형 극성 분자, 두 $O-O$ 결합 길이는 공명으로 같고, 중심 O의 형식전하는 +1이다.

NoteBase

문 8. [표]는 20°C, 1atm에서 두 가지 수용액 A, B의 제조 방법을 나타낸 것이다.

수용액 A와 B를 혼합하여 농도를 1몰랄 농도로 만들려고 할 때, 더 넣어야 할 물질과 그 질량으로 옳은 것은? (단, X의 분자량은 60이고, 수용액 B의 밀도는 $1.1\,g \cdot mL^{-1}$이다.)

구분	제조 방법
수용액 A	물 300 g에 X 5 g을 녹인다.
수용액 B	X 20 g을 물에 녹여 200 mL로 만든다.

① X 5g
② X 10g
③ 물 100g
④ 물 500g
⑤ 물 1000g

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 몰랄 농도 m=용질의 몰수용매의 질량(kg)를 이용해 혼합 용액에 추가해야 할 물질과 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

수용액 A: 물 300 g에 X 5 g을 녹인 용액이다.
수용액 B: X 20 g을 물에 녹여 200 mL로 만든 용액이고, 밀도는 $1.1g \cdot mL^{-1}$이다.
X의 분자량은 60이므로 X 60 g은 1 mol이다.
구해야 할 값은 A와 B를 섞은 뒤 1몰랄 농도로 만들기 위해 더 넣을 물질과 그 질량이다.

사용할 공식

몰랄 농도는 용액의 부피가 아니라 용매의 질량을 기준으로 한다.

$$m = \frac{n_{solute}}{kg_{solvent}}$$

따라서 B의 200 mL는 밀도를 이용해 용액 질량으로 바꾸고, 그중 X 20 g을 뺀 값을 물의 질량으로 계산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 수용액 B의 질량은 $200mL \times 1.1g \cdot mL^{-1} = 220g$이다.
2. B에는 X 20 g이 들어 있으므로 B의 물 질량은 $220g - 20g = 200g$이다.
3. A와 B를 섞으면 물은 $300g + 200g = 500g = 0.5kg$이다.
4. 처음 들어 있는 X는 $5g + 20g = 25g$이고, 몰수는 $\frac{25}{60}mol$이다.
5. 1몰랄 농도에서 물 $0.5kg$에 필요한 X는 $1mol/kg \times 0.5kg = 0.5mol$이다.
6. 필요한 X의 질량은 $0.5mol \times 60g/mol = 30g$이므로, 이미 있는 25 g에서 부족한 양은 $30g - 25g = 5g$이다.

선지 판단

① O: 부족한 것은 X 5 g이다. 물 0.5 kg에 1몰랄 농도가 되려면 X가 총 30 g 필요하고, 현재 X가 25 g 있으므로 X 5 g을 더 넣는다.
② X: X 10 g은 부족분을 10 g으로 본 값이다. 올바르게는 필요한 총 X 30 g에서 현재 X 25 g을 빼서 X 5 g이다.
③ X: 물 100 g을 넣으면 용매 질량이 늘어나 몰랄 농도는 더 낮아진다. 올바르게는 물을 넣는 것이 아니라 X 5 g을 넣어 용질 몰수를 늘린다.
④ X: 물 500 g을 넣으면 용매가 1.0 kg이 되고, 현재 X는 25 g뿐이라 1몰랄 농도에 필요한 X 60 g보다 크게 부족하다. 올바르게는 현재 물 500 g을 기준으로 X 5 g을 추가한다.
⑤ X: 물 1000 g을 넣으면 용매 질량이 더 커져 1몰랄 농도에서 필요한 용질량도 더 커진다. 올바르게는 물 추가가 아니라 X 5 g 추가이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 몰랄 농도를 몰농도처럼 부피 기준으로 처리하는 것이다. 이 문제에서는 B의 200 mL를 그대로 농도 계산에 쓰지 않고, 밀도 $1.1g \cdot mL^{-1}$로 B의 용액 질량 220 g을 구한 뒤 X 20 g을 빼서 물 200 g을 찾아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

몰랄 농도 문제는 용질의 몰수와 용매의 kg을 먼저 따로 구한 뒤, 목표 몰랄 농도에서 필요한 총 용질량과 현재 용질량의 차이를 비교한다.

암기 포인트

몰랄 농도는 부피가 아니라 용매 kg 기준이다. $1m$은 용매 $1kg$당 용질 $1mol$이다.

NoteBase

문 9. 27°C, 1atm**에서 용질** X 25g**을 물에 녹여 수용액** 500mL**를 만든 후 삼투압을 측정하였더니** 0.025atm**이었다.** X**의 분자량을 구하면? (단,** X**는 비휘발성, 비전해질이고, 기체상수** R**는** $0.08\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$**으로 한다.)**

① 65

② 1560

③ 13000

④ 48000

⑤ 80000

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 비휘발성, 비전해질 용질의 삼투압 공식 $\pi V = nRT$를 이용해 용질의 몰수를 구한 뒤 분자량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 용질 질량 $25g$, 수용액 부피 $500mL = 0.5L$, 삼투압 $\pi = 0.025atm$, 온도 $27^\circ C = 300K$, 기체상수 $R = 0.08atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$이다.
구해야 할 값: 용질 X의 분자량이다.
주의할 조건: X가 비휘발성, 비전해질이므로 반트호프 계수 $i = 1$로 두고 삼투압 공식을 그대로 적용한다.

사용할 공식

$\pi V = nRT$
$n = \frac{\pi V}{RT}$
M=(질량)/(몰수)
삼투압은 묽은 용액에서 용질 입자 몰수에 비례하므로, 비전해질인 X의 몰수를 $\pi V = nRT$로 구할 수 있다.

계산 과정

1. 온도와 부피를 표준 단위로 바꾼다.
$27^\circ C = 300K, \quad 500mL = 0.5L$
2. 삼투압 공식으로 용질의 몰수를 구한다.
$n = \frac{0.025 \times 0.5}{0.08 \times 300} = \frac{0.0125}{24} = 5.208 \times 10^{-4} mol$
3. 분자량을 구한다.
$M = \frac{25g}{5.208 \times 10^{-4} mol} = 4.8 \times 10^4 g/mol$
따라서 X의 분자량은 48000이다.

NoteBase

선지 판단

① X. 계산 결과는 48000이므로 65는 맞지 않는다. 틀린 표현 65 → 올바르게는 48000이다.
② X. 계산 결과는 48000이므로 1560은 맞지 않는다. 틀린 표현 1560 → 올바르게는 48000이다.
③ X. 계산 결과는 48000이므로 13000은 맞지 않는다. 틀린 표현 13000 → 올바르게는 48000이다.
④ O. $\pi V = nRT$로 구한 몰수는 약 $5.208 \times 10^{-4} mol$이고, $25g$을 이 몰수로 나누면 $4.8 \times 10^{4} g/mol$이므로 48000이 맞다.
⑤ X. 계산 결과는 48000이므로 80000은 맞지 않는다. 틀린 표현 80000 → 올바르게는 48000이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $500mL$를 $0.5L$로 바꾸지 않거나, $27^\circ C$를 $300K$로 바꾸지 않는 것이다. 또 삼투압 문제인데 증기압이나 끓는점 오름 공식으로 착각하면 분자량 계산식 자체가 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

삼투압이 주어지면 먼저 $\pi V = nRT$로 용질의 몰수를 구한 뒤, 분자량 M=(질량)/(몰수)로 연결한다.
비전해질이면 $i = 1$이고, 전해질이면 $\pi = iMRT$에서 i를 함께 고려한다.

암기 포인트

삼투압 문제의 흐름은 $\pi V = nRT$ → 몰수 → $M = \frac{g}{mol}$이다.

NoteBase

문 10. 40°C의 닫힌 용기에 같은 몰 수의 A와 B로 구성된 액체 혼합물이 증기와 평형을 이룰 때 A 증기의 몰분율을 구하면? **(단, 혼합물은 라울(Raoult)의 법칙을 따르는 이상용액이고,** 40°C**에서 순수한 A와 B의 증기압은 각각** 100mmHg**와** 40mmHg**이다.)**

① $\frac{2}{7}$
② $\frac{3}{7}$
③ $\frac{4}{7}$
④ $\frac{5}{7}$
⑤ $\frac{6}{7}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 라울의 법칙으로 각 성분의 부분 증기압을 구한 뒤, 돌턴의 법칙에 따라 기상에서 A의 몰분율을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 액체 혼합물은 같은 몰수의 A와 B로 구성되어 있으므로 액상 몰분율은 $x_A = x_B = 1/2$이다.
순수 A의 증기압은 $P_A^\circ = 100mmHg$, 순수 B의 증기압은 $P_B^\circ = 40mmHg$이다.
구해야 할 값: 평형 증기 중 A의 몰분율 y_A이다.
주의할 조건: 문제에서 묻는 것은 액체 속 A의 몰분율 x_A가 아니라 증기 속 A의 몰분율 y_A이다.

사용할 공식

라울의 법칙: $p_i = x_i P_i^\circ$
기상 몰분율: $y_A = \frac{p_A}{p_A + p_B}$
이 공식을 쓰는 이유: 이상용액의 액체 혼합물이 증기와 평형을 이룰 때 각 성분의 부분 증기압은 액상 몰분율과 순수 성분 증기압의 곱으로 정해지고, 증기 중 몰분율은 전체 증기압에서 해당 성분 부분압이 차지하는 비율로 정해진다.

계산 과정

1. 같은 몰수의 A와 B가 있으므로 $x_A = x_B = 1/2$이다.
2. 라울의 법칙을 적용하면 $p_A = (1/2) \times 100 = 50mmHg$, $p_B = (1/2) \times 40 = 20mmHg$이다.
3. 전체 증기압은 $p_A + p_B = 50 + 20 = 70mmHg$이다.
4. 증기 중 A의 몰분율은 $y_A = \frac{p_A}{p_A + p_B} = \frac{50}{70} = \frac{5}{7}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 2/7은 B의 부분압 20*mmHg*를 전체 증기압 70*mmHg*로 나눈 값이다. 틀린 표현은 "A 증기의 몰분율은 2/7"이고, 올바르게는 "B 증기의 몰분율은 2/7, A 증기의 몰분율은 5/7"이다.
② X: 3/7은 50/70으로 계산되는 A의 기상 몰분율과 일치하지 않는다. 틀린 표현은 "A 증기의 몰분율은 3/7"이고, 올바르게는 "A 증기의 몰분율은 5/7"이다.
③ X: 4/7은 A의 부분압 50*mmHg*와 전체 증기압 70*mmHg*의 비가 아니다. 틀린 표현은 "A 증기의 몰분율은 4/7"이고, 올바르게는 "A 증기의 몰분율은 5/7"이다.
④ O: $y_A = 50/(50+20) = 50/70 = 5/7$이므로 계산 결과와 일치한다.
⑤ X: 6/7은 A의 부분압을 지나치게 크게 보거나 B의 부분압을 충분히 반영하지 않은 값이다. 틀린 표현은 "A 증기의 몰분율은 6/7"이고, 올바르게는 "A 증기의 몰분율은 5/7"이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 "같은 몰수"를 보고 곧바로 증기 중 몰분율도 1/2라고 생각하거나, A와 B의 순수 증기압 차이를 반영하지 않는 것이다. 액체에서는 같은 몰수라도 A의 순수 증기압이 더 크므로 증기에서는 A의 비율이 더 커진다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상용액의 증기 조성 문제는 액상 몰분율 x_i를 먼저 정하고, 라울의 법칙으로 부분압 p_i를 구한 뒤, 기상 몰분율 $y_i = p_i / \sum p_i$로 계산한다.

암기 포인트

라울 법칙 문제에서 액체 조성은 x, 증기 조성은 y이다. 증기 조성은 단순 몰수비가 아니라 부분압비로 결정된다.

NoteBase

문 11. [표]는 금속 A, B, C의 산화-환원 반응성을 비교한 실험 결과이다.

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, A, B, C는 임의의 원소이고, 수용액의 금속이온은 모두 +2가 상태이며 물은 반응하지 않는다.)

실험	방법	금속판의 질량 변화
(가)	A 금속판을 B^{2+} 수용액에 담갔다.	증가
(나)	B 금속판을 C^{2+} 수용액에 담갔다.	감소

① 실험 (가)에서는 수용액에 A^{2+} 이온이 생성된다.

② 원자량은 B가 C보다 크다.

③ A, B, C 중 산화 경향성이 가장 큰 것은 A이다.

④ B 금속판을 A^{2+} 수용액에 담그면 금속판의 질량이 감소한다.

⑤ C 금속판을 A^{2+} 수용액에 담그면 금속판의 질량이 변하지 않는다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 금속의 산화 경향과 금속판 질량 변화의 의미를 함께 비교하는 문제이다.

핵심 개념

금속 M이 다른 금속 이온 N^{2+} 수용액에서 반응하려면 M의 산화 경향이 N보다 커야 한다.
반응이 일어나면 M은 M^{2+}로 산화되어 수용액으로 녹고, N^{2+}는 N으로 환원되어 금속판에 석출된다.
금속판 질량 변화는 녹아 나간 금속의 질량과 석출된 금속의 질량 차이로 결정된다.

NoteBase

선지별 해설

① O
(가)에서 A 금속판의 질량이 변했으므로 반응이 일어났다. A가 A^{2+}로 산화되어 수용액에 들어가고, B^{2+}가 B로 환원되어 A 금속판에 석출된다.

② O
(나)에서 B 금속판의 질량이 감소했다. B가 녹아 나가고 C가 석출되는데 질량이 줄었으므로, 같은 몰수 기준으로 석출된 C의 질량이 녹아 나간 B의 질량보다 작다. 따라서 원자량은 B가 C보다 크다.

③ O
(가)에서 A가 B보다 산화되기 쉬우므로 산화 경향은 A > B이다. (나)에서 B가 C보다 산화되기 쉬우므로 산화 경향은 B > C이다. 따라서 A > B > C이고, 산화 경향성이 가장 큰 것은 A이다.

④ X
틀린 부분은 "B 금속판을 A^{2+} 수용액에 담그면 금속판의 질량이 감소한다"이다. 실제로는 산화 경향이 A > B이므로 B는 A^{2+}를 A로 환원시키지 못한다. 반응이 일어나지 않아 B 금속판의 질량은 변하지 않는다.

⑤ O
산화 경향은 A > B > C이므로 C는 A^{2+}를 A로 환원시키지 못한다. 따라서 C 금속판을 A^{2+} 수용액에 담가도 반응이 일어나지 않아 금속판의 질량은 변하지 않는다.

오답 포인트

금속판 질량의 증가·감소만 보고 산화 경향을 바로 판단하면 ④를 놓치기 쉽다. 산화 경향은 반응이 일어났는지로 판단하고, 질량 증가·감소는 녹은 금속과 석출된 금속의 원자량 차이로 따로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

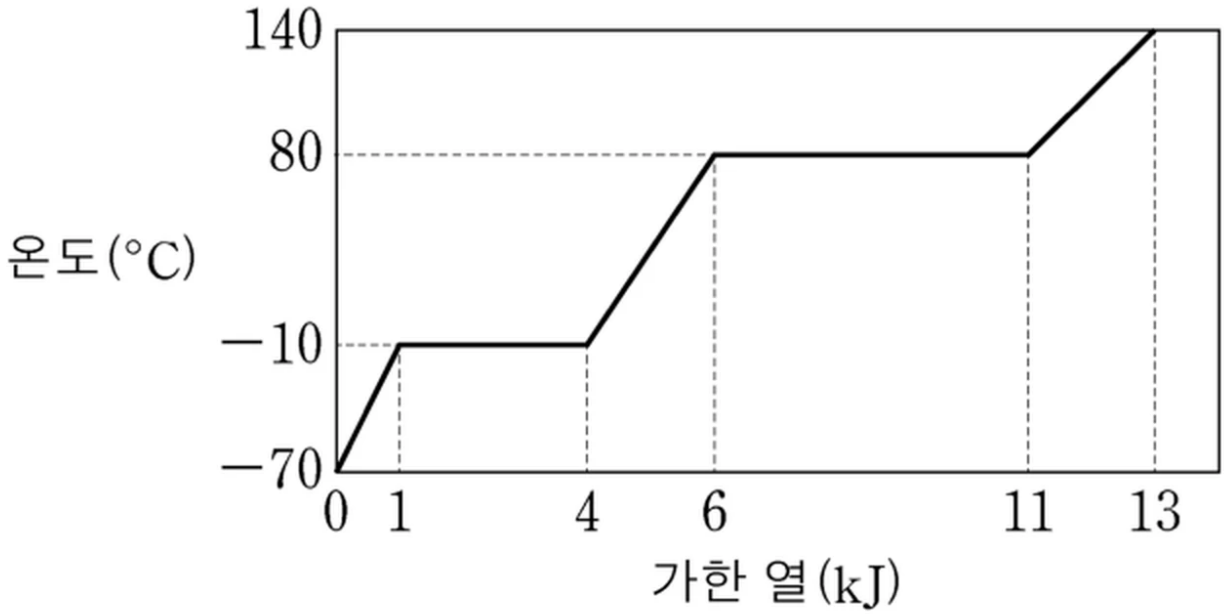
금속판 M을 N^{2+} 수용액에 넣어 질량 변화가 있으면 M의 산화 경향이 N보다 크다고 판단한다. 그다음 금속판 질량이 증가하면 석출된 N의 원자량이 M보다 크고, 감소하면 석출된 N의 원자량이 M보다 작다고 판단한다.

암기 포인트

반응 여부는 산화 경향, 질량 증감은 원자량 차이로 구분한다. 이 문항의 산화 경향 순서는 A > B > C이다.

NoteBase

문 12. [그림]은 일정한 양의 고체 X에 열을 가해 액체를 거쳐 기체로 변화시키는 과정의 온도 변화를 나타낸 것이다. 고체 X의 비열액체 X의 비열을 구하면?



① $\frac{3}{4}$
② $\frac{4}{3}$
③ $\frac{5}{3}$
④ $\frac{7}{4}$
⑤ 2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 가열 곡선에서 온도가 실제로 변하는 구간만 골라 $c = \frac{Q}{m\Delta T}$를 이용해 고체 X의 비열과 액체 X의 비열의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

일정한 양의 X이므로 고체와 액체 구간에서 질량 m은 같다.
고체 구간은 $0 \sim 1kJ$에서 $-70\,^\circ C$에서 $-10\,^\circ C$까지 올라가므로 $Q_s = 1kJ, \Delta T_s = 60\,^\circ C$이다.
액체 구간은 $4 \sim 6kJ$에서 $-10\,^\circ C$에서 $80\,^\circ C$까지 올라가므로 $Q_l = 2kJ, \Delta T_l = 90\,^\circ C$이다.
$1 \sim 4kJ$와 $6 \sim 11kJ$의 수평 구간은 상변화 구간이므로 온도 변화가 없고 비열 계산에 쓰지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

온도 변화가 있는 한 상의 가열에서는 $Q = mc\Delta T$이므로 $c = \frac{Q}{m\Delta T}$이다.
따라서 같은 질량에 대해 비열의 비는 $\frac{c_s}{c_l} = \frac{Q_s/\Delta T_s}{Q_l/\Delta T_l}$로 비교할 수 있다.

계산 과정

$\frac{c_s}{c_l} = \frac{1/60}{2/90}$
$\frac{1}{60} \times \frac{90}{2} = \frac{90}{120} = \frac{3}{4}$
따라서 고체 X의 비열/액체 X의 비열은 $\frac{3}{4}$이다.

선지 판단

① O: 계산 결과가 $\frac{3}{4}$이므로 맞다.
② X: $\frac{4}{3}$은 고체/액체가 아니라 액체/고체의 비로 거꾸로 나오는 값이다. 틀린 표현 $\frac{4}{3}$ → 올바르게는 $\frac{3}{4}$이다.
③ X: $\frac{5}{3}$은 그래프의 기울기나 상변화 구간을 비열 계산에 잘못 섞은 값으로, 온도 변화 구간의 $Q/\Delta T$ 비교와 맞지 않는다. 틀린 표현 $\frac{5}{3}$ → 올바르게는 $\frac{3}{4}$이다.
④ X: $\frac{7}{4}$은 전체 가열량 또는 평탄 구간의 열량을 포함해 비교한 경우에 나올 수 있는 잘못된 값이다. 비열은 온도가 변하는 단일 상태 구간에서만 구한다. 틀린 표현 $\frac{7}{4}$ → 올바르게는 $\frac{3}{4}$이다.
⑤ X: 2는 액체 구간의 가한 열량 $2kJ$만 보고 온도 변화량 비교를 빠뜨린 값이다. 틀린 표현 2 → 올바르게는 $\frac{3}{4}$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 수평 구간의 열량을 비열 계산에 포함하거나, (고체의 비열)/(액체의 비열)을 (액체의 비열)/(고체의 비열)로 뒤집는 것이다. 비열은 온도 변화가 있는 기울어진 구간에서만 Q와 ΔT를 읽어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

가열 곡선 비열 문제는 먼저 상태별로 기울어진 구간을 찾고, 각 구간의 가한 열량과 온도 변화량을 읽은 뒤, 같은 질량이면 $Q/\Delta T$끼리 비교한다.

암기 포인트

비열 비교는 기울어진 구간의 $Q/\Delta T$ 비교이고, 수평 구간은 상변화열 구간이다.

NoteBase

문 13. 다음은 하이드라진(N_2H_4)의 연소반응을 열화학 반응식으로 나타낸 것이다. 이 반응에서 계의 엔트로피변화(Δ S_계), 주위의 엔트로피변화(Δ S_주위), 전체 엔트로피변화(Δ S_전체)와 반응의 자발성을 옳게 나타낸 것은?

$$N_2H_4(l) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + N_2(g), \quad \Delta H < 0$$

① Δ S_계: 증가, Δ S_주위: 증가, Δ S_전체: 증가, 반응의 자발성: 자발적

② Δ S_계: 감소, Δ S_주위: 증가, Δ S_전체: 감소, 반응의 자발성: 자발적

③ Δ S_계: 감소, Δ S_주위: 증가, Δ S_전체: 증가, 반응의 자발성: 자발적

④ Δ S_계: 감소, Δ S_주위: 감소, Δ S_전체: 증가, 반응의 자발성: 비자발적

⑤ Δ S_계: 증가, Δ S_주위: 감소, Δ S_전체: 감소, 반응의 자발성: 비자발적

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 반응식에서 계의 엔트로피 변화, 발열 반응에서 주위의 엔트로피 변화, 그리고 전체 엔트로피 변화와 자발성의 관계를 함께 묻는 문제이다.

핵심 개념

계의 엔트로피 변화 Δ S_계: 반응물과 생성물 자체의 무질서도 변화이다. 이 반응은 반응물 쪽 기체가 $O_2(g)$ 1몰이고 생성물 쪽 기체가 $2H_2O(g) + N_2(g)$ 3몰이므로 기체 몰수가 증가하여 Δ S_계는 증가한다.
주위의 엔트로피 변화 Δ S_주위: 계가 주위와 열을 주고받아 생기는 주위의 엔트로피 변화이다. $\Delta H < 0$인 발열 반응은 열을 주위로 방출하므로 Δ S_주위는 증가한다.
전체 엔트로피 변화 Δ S_전체: Δ S_계+Δ S_주위이다. 자발 반응은 Δ S_전체>0이고, 이 반응은 Δ S_계와 Δ S_주위가 모두 증가하므로 Δ S_전체도 증가한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- Δ S_계는 기체 몰수가 1몰에서 3몰로 늘어 증가한다. $\Delta H < 0$이므로 열이 주위로 방출되어 Δ S_주위도 증가한다. 따라서 Δ S_전체가 증가하고 반응은 자발적이다.

② X
- 틀린 부분은 Δ S_계 감소와 Δ S_전체 감소이다. 실제로는 생성물의 기체 몰수가 더 많으므로 Δ S_계는 증가하고, 주위 엔트로피도 증가하므로 Δ S_전체는 증가한다.

③ X
- 틀린 부분은 Δ S_계 감소이다. 실제로는 반응 후 기체 몰수가 $O_2(g)$ 1몰에서 $2H_2O(g) + N_2(g)$ 3몰로 증가하므로 Δ S_계는 증가한다. 나머지 Δ S_주위 증가, Δ S_전체 증가, 자발적 판단은 맞다.

④ X
- 틀린 부분은 Δ S_계 감소, Δ S_주위 감소, 비자발적이다. 실제로는 기체 몰수 증가로 Δ S_계가 증가하고, 발열 반응이라 Δ S_주위가 증가하며, Δ S_전체도 증가하므로 자발적이다.

⑤ X
- 틀린 부분은 Δ S_주위 감소, Δ S_전체 감소, 비자발적이다. 실제로는 $\Delta H < 0$인 발열 반응이므로 주위가 열을 받아 Δ S_주위는 증가한다. 또한 Δ S_계도 증가하므로 Δ S_전체는 증가하고 반응은 자발적이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $H_2O(g)$를 물이라는 이유로 액체처럼 생각하거나, 발열 반응에서 계와 주위의 엔트로피 변화를 혼동하는 것이다. 이 문항에서는 H_2O가 명확히 (g)로 표시되어 있으므로 생성물의 기체 몰수를 3몰로 세어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응식의 상태 표시를 보고 기체 몰수 변화를 비교한다. 그다음 $\Delta H < 0$이면 주위가 열을 받아 Δ S_주위가 증가한다고 판단한다. 마지막으로 Δ S_전체=Δ S_계+Δ S_주위가 양수이면 자발 반응으로 판단한다.

암기 포인트

기체 몰수 증가이면 Δ S_계 증가, 발열이면 Δ S_주위 증가, Δ S_전체>0이면 자발적이다.

NoteBase

문 14. 다음은 세 가지 분자의 분자식을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?

(가) C_2H_6
(나) N_2H_4
(다) H_2O_2

① 분자의 극성이 가장 큰 것은 (가)이다.
② 끓는점은 (가)가 (나)보다 높다.
③ 공유 전자쌍의 수는 (다)가 가장 많다.
④ (다)의 분자 모양은 선형 구조이다.
⑤ 결합각은 (가)의 H – C – H가 (나)의 H – N – H보다 크다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 C2H6, N2H4, H2O2의 분자 구조에서 극성, 끓는점, 공유 전자쌍 수, 분자 모양, 결합각을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

C2H6은 무극성 탄화수소이고 C 주위가 정사면체형에 가까워 H-C-H 결합각이 약 109.5도이다.
N2H4는 각 N에 비공유 전자쌍이 1쌍씩 있어 삼각뿔형 배치가 나타나며, H-N-H 결합각은 비공유 전자쌍 반발 때문에 정사면체각보다 작다.
H2O2는 H-O-O-H 골격을 가지며 산소의 비공유 전자쌍 때문에 선형이 아니라 굽은 비평면 구조를 이룬다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 "분자의 극성이 가장 큰 것은 (가)"이다.
- C2H6은 결합 쌍극자가 대칭적으로 상쇄되는 무극성 분자이다. 극성이 가장 큰 분자는 (가)가 아니라 산소를 포함하고 비대칭 구조를 갖는 (다) H2O2로 판단한다.

② X
- 틀린 부분은 "끓는점은 (가)가 (나)보다 높다"이다.
- C2H6은 분산력이 주된 무극성 분자이고, N2H4는 N-H 결합과 비공유 전자쌍으로 분자 사이 수소 결합을 할 수 있다. 따라서 끓는점은 (나) N2H4가 (가) C2H6보다 높다.

③ X
- 틀린 부분은 "공유 전자쌍의 수는 (다)가 가장 많다"이다.
- 공유 전자쌍은 결합 수로 세면 C2H6은 C-H 6개와 C-C 1개로 7쌍, N2H4는 N-H 4개와 N-N 1개로 5쌍, H2O2는 O-H 2개와 O-O 1개로 3쌍이다. 가장 많은 것은 (다)가 아니라 (가) C2H6이다.

④ X
- 틀린 부분은 "(다)의 분자 모양은 선형 구조"이다.
- H2O2는 각 O 원자에 비공유 전자쌍이 있어 H-O-O 부분이 굽어 있고 전체도 선형이 아니다. 올바르게는 굽은 비평면 구조이다.

⑤ O
- C2H6에서 각 C 주위는 정사면체형에 가까워 H-C-H 결합각이 약 109.5도이다. N2H4에서 각 N 주위는 비공유 전자쌍 1쌍을 가진 삼각뿔형 배치라 H-N-H 결합각이 더 작다. 따라서 (가)의 H-C-H 결합각이 (나)의 H-N-H 결합각보다 크다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 원자 수가 많거나 산소가 들어 있다는 사실만 보고 공유 전자쌍 수와 분자 모양을 판단하는 데 있다. 공유 전자쌍 수는 전체 전자 수가 아니라 실제 결합 개수로 세고, 분자 모양과 결합각은 중심 원자의 비공유 전자쌍 반발까지 고려한다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자식을 보면 먼저 결합 골격을 그린 뒤 결합 수로 공유 전자쌍을 세고, 중심 원자의 비공유 전자쌍 유무로 모양과 결합각을 판단한다. 끓는점은 분자량만 보지 않고 수소 결합 가능 여부를 함께 비교한다.

NoteBase

암기 포인트

C2H6은 무극성·정사면체각, N2H4는 수소 결합·작은 H-N-H 각, H2O2는 선형이 아니라 굽은 비평면 구조이다.

문 15. 수소 원자에서 n(주양자수) = 1의 바닥상태에 있던 전자가 $n = 3$의 들뜬상태가 되었다. 이에 대한 다음 설명에서 옳은 것은?

① 바닥상태보다 $n = 3$인 상태의 전자를 이온화(완전히 제거)하는 데 더 많은 에너지가 필요하다.

② $n = 1$인 상태의 전자보다 $n = 3$인 상태의 전자가 평균적으로 핵으로부터 멀리 떨어져 있다.

③ $n = 3$인 상태는 첫 번째 들뜬상태이다.

④ 전자가 $n = 3$인 상태에서 $n = 2$인 상태로 전이될 때 방출하는 빛의 파장은, $n = 3$인 상태에서 $n = 1$인 상태로 전이될 때보다 짧다.

⑤ 전자가 $n = 3$인 상태에서 바닥상태로 전이될 때 방출하는 빛의 파장은, 바닥상태에서 $n = 2$인 상태로 전이될 때 흡수하는 빛의 파장과 같다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 수소 원자의 주양자수 n이 커질 때 전자의 에너지, 핵으로부터의 평균 거리, 들뜬상태의 순서, 전이할 때의 빛의 파장을 함께 판단하는 문제이다.

핵심 개념

수소 원자에서 에너지 준위는 $E_n = -13.6/n^2 eV$이므로 n이 커질수록 에너지는 높아지지만 0에 가까워지고, 전자는 평균적으로 핵에서 더 멀리 있다.
빛의 에너지는 두 준위의 에너지 차이 ΔE이고, 파장은 $E = hc/\lambda$에 따라 에너지 차이가 클수록 짧아진다.
들뜬상태의 순서는 바닥상태 $n = 1$ 다음이 첫 번째 들뜬상태 $n = 2$, 그다음이 두 번째 들뜬상태 $n = 3$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 "바닥상태보다 $n = 3$인 상태의 전자를 이온화하는 데 더 많은 에너지가 필요하다"이다. 실제로는 $n = 3$ 상태가 핵에 덜 세게 묶여 있으므로 전자를 완전히 제거하는 데 필요한 에너지는 바닥상태 $n = 1$보다 작다.

② O
n이 커질수록 전자 궤도의 크기와 평균 거리가 커진다. 따라서 $n = 3$ 상태의 전자는 $n = 1$ 상태의 전자보다 평균적으로 핵으로부터 멀리 떨어져 있다.

③ X
틀린 표현은 "$n = 3$인 상태는 첫 번째 들뜬상태"이다. 실제로 첫 번째 들뜬상태는 $n = 2$이고, $n = 3$은 두 번째 들뜬상태이다.

④ X
틀린 표현은 "$n = 3$에서 $n = 2$로 전이될 때의 파장이 $n = 3$에서 $n = 1$로 전이될 때보다 짧다"이다.
$n = 3 \rightarrow n = 1$ 전이는 $n = 3 \rightarrow n = 2$ 전이보다 에너지 차이가 크므로 방출 빛의 파장이 더 짧다. 따라서 $n = 3 \rightarrow n = 2$의 파장은 더 길다.

⑤ X
틀린 표현은 "$n = 3 \rightarrow n = 1$에서 방출하는 빛의 파장이 $n = 1 \rightarrow n = 2$에서 흡수하는 빛의 파장과 같다"이다.
같은 파장이 되려면 두 전이의 에너지 차이가 같아야 하는데, $n = 3 \leftrightarrow n = 1$의 에너지 차이는 $n = 1 \leftrightarrow n = 2$의 에너지 차이와 다르다. $n = 3 \rightarrow n = 1$ 방출 빛은 $n = 1 \rightarrow n = 3$ 흡수 빛과 같은 파장이다.

오답 포인트

①은 n이 커지면 에너지가 높아진다는 말과 이온화에 필요한 에너지가 커진다는 말을 혼동하게 만든다. 에너지 준위는 높아지지만 0에 가까워지므로, 높은 n의 전자일수록 떼어 내기는 더 쉽다.
④와 ⑤는 전이 방향보다 에너지 차이의 크기를 먼저 비교해야 하는데, 파장은 에너지와 반비례한다는 점을 놓치게 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

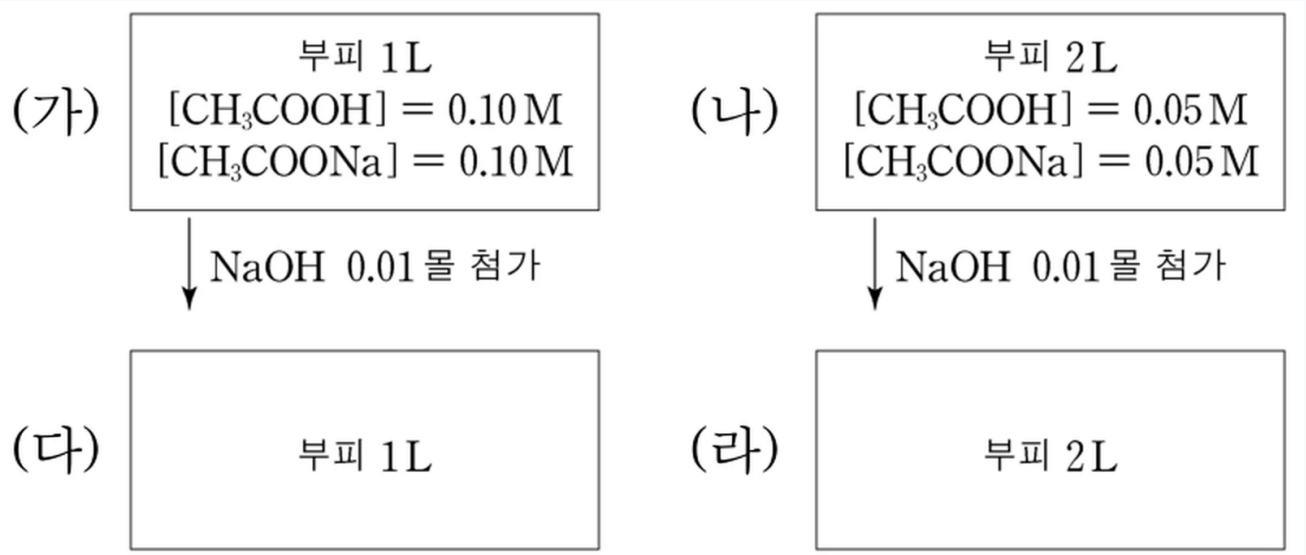
수소 원자 전이 문제는 먼저 준위 번호의 차이가 아니라 실제 에너지 차이 $1/n_f^2 - 1/n_i^2$의 크기를 비교한다.
이온화는 해당 준위에서 $n = \infty$로 가는 데 필요한 에너지이고, 방출 또는 흡수 빛의 파장은 에너지 차이가 클수록 짧다고 판단한다.

암기 포인트

n 증가: 평균 거리 증가, 에너지 준위 상승, 이온화 에너지 감소. 전이 에너지 증가: 빛의 파장 감소.

NoteBase

문 16. 25°C에서 완충 용액 (가), (나)에 각각 0.01몰의 NaOH를 첨가해 용액 (다), (라)를 얻었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 CH_3COOH의 산 해리 상수는 $10^{-4.7}$으로 한다.)



<보 기>

ㄱ. (가)의 pH는 4.7이다.

ㄴ. (가)와 (나)의 pH는 서로 같다.

ㄷ. (다)와 (라)의 pH는 서로 같다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 약산과 그 짝염기의 완충용액에서 $pH = pK_a + \log\frac{[A^-]}{[HA]}$를 이용해 초기 pH와 NaOH 첨가 후 pH가 같은지 판단하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값: 25 °C에서 $K_a = 10^{-4.7}$이므로 $pK_a = 4.7$이다. (가)는 부피 1 L, $[CH_3COOH] = 0.10M$, $[CH_3COONa] = 0.10M$이다. (나)는 부피 2 L, $[CH_3COOH] = 0.05M$, $[CH_3COONa] = 0.05M$이다.
구해야 할 값: (가), (나), (다), (라)의 pH 관계이다.
주의할 조건: NaOH 0.01몰은 CH_3COOH를 0.01몰 소비하고 CH_3COO^-를 0.01몰 증가시킨다.

사용할 공식

$$pH = pK_a + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

완충용액에서는 산과 짝염기의 농도비, 또는 같은 부피 안에서는 몰수비가 pH를 결정하므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

1. (가)는 $[CH_3COO^-] = [CH_3COOH]$이므로 $pH = 4.7 + \log 1 = 4.7$이다.
2. (나)도 $[CH_3COO^-] = [CH_3COOH]$이므로 $pH = 4.7 + \log 1 = 4.7$이다.
3. NaOH 첨가 전 몰수는 (가)에서 $CH_3COOH = 0.10$몰, $CH_3COO^- = 0.10$몰이고, (나)에서도 $0.05M \times 2L = 0.10$몰씩이다.
4. NaOH 0.01몰 첨가 후 두 용액 모두 $CH_3COOH = 0.09$몰, $CH_3COO^- = 0.11$몰이 된다.
5. 따라서 (다)와 (라)는 모두 $pH = 4.7 + \log \frac{0.11}{0.09}$로 서로 같다.

NoteBase

선지 판단

① X
- ①은 ㄱ만 옳다고 보지만, ㄴ과 ㄷ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ만'이고, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

② X
- ②는 ㄷ만 옳다고 보지만, ㄱ과 ㄴ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄷ만'이고, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

③ X
- ③은 ㄱ, ㄴ만 옳다고 보지만, NaOH 첨가 후 (다)와 (라)의 산/짝염기 몰수비가 모두 0.09 : 0.11이므로 ㄷ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ만'이고, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

④ X
- ④는 ㄴ, ㄷ만 옳다고 보지만, (가)는 산과 짝염기의 농도가 같아 $pH = pK_a = 4.7$이므로 ㄱ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ만'이고, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

⑤ O
- ㄱ은 (가)의 산과 짝염기 농도가 같으므로 pH가 4.7이라서 옳다. ㄴ은 (가)와 (나)의 산/짝염기 농도비가 모두 1이라서 pH가 같으므로 옳다. ㄷ은 NaOH 첨가 후 두 용액의 산과 짝염기 몰수가 똑같이 0.09몰, 0.11몰이 되어 pH가 같으므로 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 (가)와 (나)의 부피와 몰농도가 다르다는 점이다. 그러나 (나)는 부피가 2 L이므로 산과 짝염기의 실제 몰수가 각각 0.10몰로 (가)와 같다. 완충용액 pH는 절대 부피가 아니라 산/짝염기 비율로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

완충용액 문제는 먼저 산과 짝염기의 몰수를 구하고, 강염기 첨가량만큼 약산은 감소하고 짝염기는 증가한다고 처리한 뒤 $\frac{[A^-]}{[HA]}$ 또는 $\frac{n_{A^-}}{n_{HA}}$를 비교한다.

암기 포인트

약산과 짝염기의 양이 같으면 $pH = pK_a$이고, 같은 몰수 변화가 일어나면 최종 pH도 같은 비율로 판단한다.

NoteBase

문 17. 비휘발성 용질이 녹아 있는 묽은 용액에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 용액의 증기압력이 용매의 증기압력보다 작다.

② 용액의 어는점이 용매의 어는점보다 낮다.

③ 용액의 끓는점이 용매의 끓는점보다 높다.

④ 어는점 내림은 용질의 몰랄 농도에 비례한다.

⑤ 같은 농도일 때, 용액의 증기압력은 용질이 전해질인 경우가 비전해질인 경우보다 크다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 비휘발성 용질이 녹아 있는 묽은 용액에서 증기압력 내림, 어는점 내림, 끓는점 오름이 모두 용질 입자 수에 의해 결정되는 총괄성질임을 묻는 문제이다.

핵심 개념

비휘발성 용질 용액: 용질이 쉽게 기체가 되지 않아 용매 분자의 증발을 방해하는 용액이다.
증기압력 내림: 용액 표면의 용매 입자 비율이 줄어 순수 용매보다 증기압력이 낮아지는 현상이다.
어는점 내림: 용질 입자가 용매의 고체 결정 형성을 방해하여 순수 용매보다 어는점이 낮아지는 현상이다.
끓는점 오름: 증기압력이 낮아진 용액이 외부 압력에 도달하려면 더 높은 온도가 필요해 순수 용매보다 끓는점이 높아지는 현상이다.
총괄성질은 용질의 종류 자체보다 용액 속 용질 입자 수에 좌우되므로 전해질은 해리되어 입자 수가 많아지는 점이 핵심이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 비휘발성 용질을 녹이면 용매 분자가 표면에서 차지하는 비율이 감소하므로 용액의 증기압력은 순수 용매의 증기압력보다 작다.

② O
- 용질 입자는 용매가 고체 결정으로 배열되는 과정을 방해하므로 용액의 어는점은 순수 용매의 어는점보다 낮다.

③ O
- 비휘발성 용질 때문에 용액의 증기압력이 낮아지면, 대기압과 같아지기 위해 더 높은 온도가 필요하므로 용액의 끓는점은 순수 용매의 끓는점보다 높다.

④ O
- 묽은 용액에서 어는점 내림은 몰랄 농도에 비례하며, 관계식은 $\Delta T_f = K_f m$로 나타낸다. 전해질까지 고려하면 입자 수 효과가 포함되어 $\Delta T_f = iK_f m$가 된다.

⑤ X
- 틀린 부분은 "전해질인 경우가 비전해질인 경우보다 크다"이다.
- 같은 농도에서 전해질은 이온으로 해리되어 용액 속 입자 수가 더 많아지므로 증기압력 내림이 더 크다. 따라서 용액의 증기압력은 전해질 용질인 경우가 비전해질 용질인 경우보다 작다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 "용질이 많으면 증기압력이 커진다"고 착각하게 만드는 ⑤의 비교 표현이다. 비휘발성 용질은 증기압력을 높이는 것이 아니라 낮추며, 전해질은 해리 때문에 입자 수가 더 많아져 증기압력 내림을 더 크게 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

비휘발성 용질의 총괄성질 문제에서는 용질 입자 수가 많아질수록 증기압력은 더 낮아지고, 어는점은 더 낮아지며, 끓는점은 더 높아진다고 판단한다. 같은 농도 비교에서 전해질과 비전해질이 나오면 전해질은 해리로 인해 입자 수가 더 많다는 점을 먼저 적용한다.

암기 포인트

비휘발성 용질: 증기압력 내림, 어는점 내림, 끓는점 오름이다. 전해질은 입자 수 증가로 총괄성질의 변화량이 비전해질보다 크다.

NoteBase

문 18. 평형상태에 있는 다음 열화학 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g), \quad \Delta H = +88\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

① 전체 압력이 감소하면 역반응 쪽으로 평형이 이동한다.

② 온도를 낮추면 역반응 쪽으로 평형이 이동한다.

③ 온도를 낮추면 평형상수가 감소한다.

④ $PCl_5(g)$의 농도를 증가시키면 생성 물질의 양이 증가하는 방향으로 평형이 이동한다.

⑤ 흡열반응이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 기체 평형에서 압력, 온도, 농도 변화가 평형 이동과 평형상수에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

르샤틀리에 원리: 평형계에 변화가 가해지면 그 변화를 완화하는 방향으로 평형이 이동한다.
압력 변화: 기체 몰수가 다른 평형에서는 압력 감소가 기체 몰수 증가 방향을 유리하게 한다.
온도 변화: 정반응이 흡열반응이면 열은 반응물처럼 취급되므로 온도 상승은 정반응을, 온도 하강은 역반응을 유리하게 한다.
평형상수: 평형상수는 온도에 의해서만 변하며, 흡열 정반응의 경우 온도가 낮아지면 평형상수 K가 감소한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 "전체 압력이 감소하면 역반응 쪽으로 평형이 이동한다"이다.
- 반응식 $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$에서 왼쪽은 기체 1몰, 오른쪽은 기체 2몰이다. 전체 압력이 감소하면 기체 몰수가 더 많은 쪽인 정반응 방향으로 평형이 이동한다. 올바르게는 전체 압력이 감소하면 정반응 쪽으로 평형이 이동한다.

② O
- $\Delta H = +88 kJmol^{-1}$이므로 정반응은 흡열반응이고 역반응은 발열반응이다. 온도를 낮추면 열을 내는 방향인 역반응 쪽으로 평형이 이동한다.

③ O
- 정반응이 흡열반응일 때 온도 상승은 생성물 쪽을 유리하게 하여 K를 증가시키고, 온도 하강은 반응물 쪽을 유리하게 하여 K를 감소시킨다. 따라서 온도를 낮추면 평형상수가 감소한다.

④ O
- $PCl_5(g)$는 반응물이다. 반응물의 농도를 증가시키면 증가한 반응물을 소비하는 방향, 즉 $PCl_3(g)$와 $Cl_2(g)$가 더 생성되는 정반응 방향으로 평형이 이동한다.

⑤ O
- 제시된 반응의 ΔH가 양수이므로 정반응은 열을 흡수하는 흡열반응이다.

오답 포인트

①은 압력 감소와 압력 증가의 방향을 바꾼 함정이다. 압력이 감소하면 압력을 다시 키우는 효과가 있는 기체 몰수 증가 방향으로 이동하므로, 이 반응에서는 생성물 쪽이 유리하다. 또한 평형상수 K는 농도나 압력 변화가 아니라 온도 변화에 의해서만 달라진다는 점도 함께 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 평형에서는 먼저 양쪽 기체 몰수를 비교한다. 압력 감소는 몰수 큰 쪽, 압력 증가는 몰수 작은 쪽으로 판단한다. $\Delta H > 0$이면 정반응이 흡열반응이므로 온도 상승은 정반응과 K 증가, 온도 하강은 역반응과 K 감소로 판단한다.

암기 포인트

압력 감소는 기체 몰수 많은 쪽, 흡열 정반응은 온도 상승 때 정반응과 K 증가이다.

NoteBase

문 19. 비공유 전자쌍을 가장 많이 가지는 것은?

① NH_3

② H_2O

③ C_2H_2

④ HCl

⑤ H_2O_2

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 공유 결합에 참여하지 않고 원자에 남아 있는 비공유 전자쌍의 총수를 각 분자별로 비교하는 문제이다.

핵심 개념

비공유 전자쌍은 결합 전자쌍과 달리 공유 결합을 만들지 않고 한 원자에 머무르는 전자쌍이다.
수소 원자는 비공유 전자쌍을 가지지 않으므로, 주로 N, O, Cl 같은 원자에 남는 전자쌍을 센다.
각 원자의 대표 비공유 전자쌍 수는 중성 분자에서 N 1쌍, O 2쌍, Cl 3쌍으로 판단한다.

NoteBase

선지별 해설

① NH_3 X
- N은 H 세 개와 단일 결합을 하고 비공유 전자쌍 1쌍을 가진다.
- 틀린 판단은 NH_3가 비공유 전자쌍을 가장 많이 가진다고 보는 것이다. 올바르게는 총 1쌍이다.

② H_2O X
- O는 H 두 개와 단일 결합을 하고 비공유 전자쌍 2쌍을 가진다.
- 틀린 판단은 H_2O가 비공유 전자쌍을 가장 많이 가진다고 보는 것이다. 올바르게는 총 2쌍이다.

③ C_2H_2 X
- C_2H_2는 $H-C\equiv C-H$ 구조이며, 탄소의 원자가 전자는 결합에 사용되어 비공유 전자쌍이 없다.
- 틀린 판단은 삼중 결합의 전자쌍을 비공유 전자쌍으로 세는 것이다. 올바르게는 결합 전자쌍은 제외하므로 총 0쌍이다.

④ HCl X
- Cl은 H와 단일 결합을 하고 남은 전자 6개, 즉 비공유 전자쌍 3쌍을 가진다.
- 틀린 판단은 HCl이 가장 많다고 보는 것이다. 올바르게는 총 3쌍이다.

⑤ H_2O_2 O
- H_2O_2는 $H-O-O-H$ 구조이고, O 원자 두 개가 각각 비공유 전자쌍 2쌍을 가진다.
- 따라서 전체 비공유 전자쌍은 $2+2=4$쌍으로 보기 중 가장 많다.

오답 포인트

③의 삼중 결합에는 전자쌍이 많지만 그것은 공유 결합에 참여하는 결합 전자쌍이다. 문제의 표현은 공유 전자쌍이 아니라 비공유 전자쌍이므로, 결합선 수가 많은 분자가 아니라 원자에 남은 전자쌍이 많은 분자를 골라야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자식을 구조식으로 바꾼 뒤 수소는 제외하고, N은 1쌍, O는 2쌍, 할로젠은 3쌍의 비공유 전자쌍을 기본값으로 세어 분자 전체 합계를 비교한다.

암기 포인트

비공유 전자쌍은 결합선이 아니라 원자에 남은 전자쌍이다. 중성 분자에서 N 1쌍, O 2쌍, Cl 3쌍을 먼저 떠올린다.

NoteBase

문 20. 원자 혹은 분자 수가 다른 하나는? (단, 모든 기체는 이상기체이고, H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16으로 한다.)

① 수소 기체 1.5g의 분자 수

② 산소 기체 24g의 분자 수

③ 질소 기체 10.5g의 원자 수

④ 암모니아 기체 3.4g의 수소 원자 수

⑤ 0°C, 1atm에서 5.6L의 암모니아 기체에 포함된 수소 원자 수

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 질량 또는 기체 부피를 몰수로 바꾼 뒤, 분자 수와 원자 수를 구분해 같은 개수인지 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 원자량은 H=1, C=12, N=14, O=16이다.
이상기체이므로 0 °C, 1 atm에서 기체 1몰의 부피는 $22.4L$이다.
분자 수나 원자 수는 실제 개수를 직접 세지 않고 몰수로 비교한다.

사용할 공식

질량이 주어지면 $n = \frac{w}{M}$을 사용한다.
표준상태 기체 부피가 주어지면 $n = \frac{V}{22.4L}$을 사용한다.
원자 수를 묻는 경우에는 분자 몰수에 한 분자 속 해당 원자 개수를 곱한다.
이 공식을 쓰는 이유는 분자 수와 원자 수가 모두 몰수에 비례하므로, 각 선지를 몰 단위 개수로 바꾸면 바로 비교할 수 있기 때문이다.

계산 과정

① 수소 기체 H_2의 분자량은 2이므로 $1.5g$은 $\frac{1.5}{2} = 0.75$몰이다. 따라서 분자 수는 0.75몰 분자에 해당한다.
② 산소 기체 O_2의 분자량은 32이므로 $24g$은 $\frac{24}{32} = 0.75$몰이다. 따라서 분자 수는 0.75몰 분자에 해당한다.
③ 질소 기체 N_2의 분자량은 28이므로 $10.5g$은 $\frac{10.5}{28} = 0.375$몰 분자이다. 질소 원자는 한 분자에 2개 있으므로 원자 수는 $0.375 \times 2 = 0.75$몰 원자에 해당한다.
④ 암모니아 NH_3의 분자량은 17이므로 $3.4g$은 $\frac{3.4}{17} = 0.2$몰 분자이다. 수소 원자는 한 분자에 3개 있으므로 수소 원자 수는 $0.2 \times 3 = 0.6$몰 원자에 해당한다.
⑤ 표준상태에서 $5.6L$의 암모니아는 $\frac{5.6}{22.4} = 0.25$몰 분자이다. 수소 원자는 한 분자에 3개 있으므로 수소 원자 수는 $0.25 \times 3 = 0.75$몰 원자에 해당한다.

NoteBase

선지 판단

① O - 수소 기체 $1.5g$은 H_2 분자 0.75몰이므로 기준 개수와 같다.
② O - 산소 기체 $24g$은 O_2 분자 0.75몰이므로 기준 개수와 같다.
③ O - 질소 기체 $10.5g$ 자체는 0.375몰 분자이지만, 묻는 것은 질소 원자 수이므로 2를 곱해 0.75몰 원자가 된다.
④ X - 암모니아 기체 $3.4g$은 0.2몰 분자이고 수소 원자 수는 0.6몰 원자이다. 틀린 표현은 '수소 원자 수가 다른 선지들과 같다'는 판단이며, 올바르게는 '수소 원자 수가 0.6몰 원자로 다른 선지들과 다르다'이다.
⑤ O - 표준상태 $5.6L$의 암모니아는 0.25몰 분자이고, 수소 원자 수는 $0.25 \times 3 = 0.75$몰 원자이므로 기준 개수와 같다.
계산 결과 ④만 0.6몰이고 나머지는 모두 0.75몰이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 '분자 수'와 '원자 수'를 같은 말처럼 처리하게 만드는 데 있다. 특히 ③은 질소 기체의 분자 몰수 0.375몰에서 끝내면 틀리고, 질소 원자 수를 물었으므로 2를 곱해야 한다. ④와 ⑤는 모두 암모니아의 수소 원자 수를 묻지만, ④는 질량으로 몰수를 구하고 ⑤는 표준상태 부피로 몰수를 구한다는 차이가 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

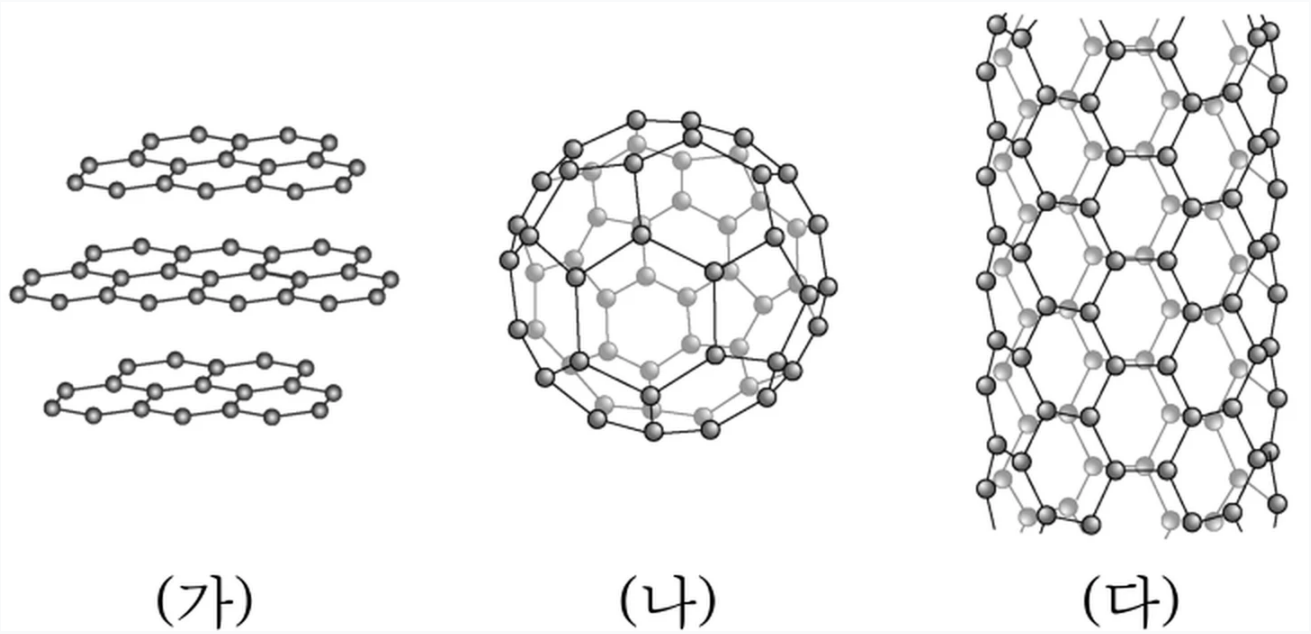
기체 입자 수 비교 문제는 먼저 물질의 몰수를 구하고, 그다음 문제에서 묻는 대상이 분자인지 특정 원자인지 확인해 분자식의 아래첨자를 곱하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

분자 수는 분자 몰수 그대로 비교하고, 원자 수는 '분자 몰수 × 분자식 속 해당 원자 개수'로 비교한다.

NoteBase

문 21. [그림]은 탄소로만 구성된 물질의 구조를 모형으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① (가)는 플러렌이다.

② (가)의 탄소 층 사이의 인력은 C-C 결합보다 강하다.

③ (나)는 층상구조로 연필심에 사용된다.

④ (다)는 전류가 흐르지 않는 물질이다.

⑤ (가), (나), (다) 모두 한 개의 탄소는 다른 탄소 원자 3개와 시그마 결합을 형성한다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 탄소 동소체의 구조 그림에서 층상 구조, 구형 바구니 구조, 원통형 구조를 구분하고 각 구조의 결합과 성질을 판단하는 문제이다. 그림 (가)는 흑연, (나)는 풀러렌, (다)는 탄소 나노튜브이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
(가)는 여러 탄소 육각망 층이 포개진 구조이므로 흑연이다. 틀린 표현은 "(가)는 풀러렌"이고, 올바르게는 "(가)는 흑연"이다.

② X
흑연에서 같은 층 안의 탄소 원자들은 강한 공유 결합으로 연결되지만, 층과 층 사이는 약한 분자 간 인력으로 붙어 있다. 틀린 표현은 "층 사이의 인력은 C-C 결합보다 강하다"이고, 올바르게는 "층 사이의 인력은 C-C 결합보다 약하다"이다.

③ X
(나)는 탄소 원자들이 구형 바구니 모양을 이룬 풀러렌이다. 층상 구조로 연필심에 사용되는 물질은 (가) 흑연이다. 틀린 표현은 "(나)는 층상구조로 연필심에 사용된다"이고, 올바르게는 "(가) 흑연은 층상구조로 연필심에 사용된다"이다.

④ X
(다)는 그래핀 판이 말린 원통형 구조의 탄소 나노튜브로, 전기 전도성을 나타낼 수 있다. 틀린 표현은 "전류가 흐르지 않는 물질"이고, 올바르게는 "전류가 흐를 수 있는 물질"이다.

⑤ O
흑연, 풀러렌, 탄소 나노튜브는 모두 탄소 원자가 기본적으로 다른 탄소 원자 3개와 시그마 결합을 형성하는 sp^2 계열 구조이다. 따라서 (가), (나), (다)에 공통으로 해당하는 설명이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 그림의 이름과 성질을 서로 바꾸어 제시한 점이다. (가)의 층상 구조를 풀러렌으로 보거나, (나)의 구형 구조를 연필심의 흑연 성질과 연결하거나, (다)의 탄소 나노튜브를 부도체로 판단하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

탄소 동소체 그림은 먼저 모양으로 구분한다. 여러 평면 층이 쌓이면 흑연, 공 모양의 닫힌 구조이면 풀러렌, 원통형 관 모양이면 탄소 나노튜브이다. 그다음 흑연의 층 사이는 약한 인력, 탄소 나노튜브는 전기 전도성, 세 구조의 탄소는 3개의 이웃 탄소와 결합한다는 공통점을 연결한다.

암기 포인트

흑연은 층, 풀러렌은 공, 탄소 나노튜브는 관이다. 세 구조 모두 한 탄소가 이웃 탄소 3개와 시그마 결합을 만든다.

NoteBase

문 22. 반응 $A \rightarrow B$는 2차 반응이다. A의 초기농도가 $0.100\mathrm{M}$일 때 초기반응 속도는 $0.010\mathrm{M} \cdot \mathrm{s}^{-1}$이다. 동일한 반응 조건에서 A의 초기농도가 $0.500\mathrm{M}$일 때 초기반응 속도 $(\mathrm{M} \cdot \mathrm{s}^{-1})$를 구하면?

① 0.002

② 0.010

③ 0.050

④ 0.250

⑤ 1.000

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 2차 반응의 속도식 $v = k[A]^2$에서 농도 변화에 따라 초기반응 속도가 어떻게 변하는지 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반응 $A \rightarrow B$는 2차 반응이고, $[A]_0 = 0.100M$일 때 초기반응 속도는 $0.010M \cdot s^{-1}$이다.
구해야 할 값: 같은 조건에서 $[A]_0 = 0.500M$일 때 초기반응 속도이다.
주의할 조건: 같은 반응 조건이므로 속도상수 k는 변하지 않고, 2차 반응이므로 속도는 농도의 제곱에 비례한다.

사용할 공식

2차 반응의 속도식은 $v = k[A]^2$이다.

이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 반응 $A \rightarrow B$가 2차 반응이라고 했으므로, 반응 속도는 A의 농도에 1차 비례하는 것이 아니라 $[A]^2$에 비례한다.

NoteBase

계산 과정

먼저 처음 조건에서 속도상수 k를 구한다.

$0.010 = k(0.100)^2$

$(0.100)^2 = 0.0100$

$k = \frac{0.010}{0.0100} = 1.0 M^{-1} \cdot s^{-1}$

이제 $[A]_0 = 0.500 M$를 대입한다.

$v = k[A]^2 = 1.0 \times (0.500)^2$

$(0.500)^2 = 0.250$

$v = 0.250 M \cdot s^{-1}$

따라서 초기반응 속도는 $0.250 M \cdot s^{-1}$이다.

선지 판단

① X

- $0.002 M \cdot s^{-1}$은 계산 결과 $0.250 M \cdot s^{-1}$와 다르다. 틀린 표현은 "0.002"이고, 올바르게는 "0.250"이다.

② X

- $0.010 M \cdot s^{-1}$은 처음 농도 $0.100 M$에서의 속도를 그대로 둔 값이다. 농도가 $0.500 M$로 바뀌면 속도도 변한다. 틀린 표현은 "0.010"이고, 올바르게는 "0.250"이다.

③ X

- $0.050 M \cdot s^{-1}$은 농도가 5배가 되었을 때 속도도 5배만 된다고 본 값이다. 그러나 2차 반응에서는 속도가 농도의 제곱에 비례하므로 $5^2 = 25$배가 된다. 틀린 표현은 "0.050"이고, 올바르게는 "0.250"이다.

④ O

- 농도가 $0.100 M$에서 $0.500 M$로 5배가 되므로 속도는 $5^2 = 25$배가 된다. $0.010 \times 25 = 0.250 M \cdot s^{-1}$이므로 맞다.

⑤ X

- $1.000 M \cdot s^{-1}$은 속도상수 k의 값 $1.0 M^{-1} \cdot s^{-1}$를 반응 속도처럼 고른 값이다. 속도는 새 농도를 속도식에 다시 대입해야 하므로 $0.250 M \cdot s^{-1}$이다. 틀린 표현은 "1.000"이고, 올바르게는 "0.250"이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 "2차 반응"을 단순히 농도에 비례하는 반응처럼 처리하는 것이다. 농도가 5배가 되면 속도는 5배가 아니라 $5^2 = 25$배가 된다. 또한 ⑤처럼 속도상수 k와 반응 속도 v의 단위를 구분하지 않으면 값은 맞아 보여도 물리량이 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응 차수가 주어지면 먼저 속도식 $v = k[A]^n$을 세운다. 같은 반응 조건에서는 k가 일정하므로, 두 조건의 속도비를 $\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{[A]_2}{[A]_1}\right)^n$으로 비교할 수 있다. 이 문제에서는 $n = 2$, $\frac{0.500}{0.100} = 5$이므로 속도비는 25이다.

암기 포인트

2차 반응은 "농도 배수의 제곱만큼 속도 배수"가 된다. 농도 5배이면 속도는 25배이다.

NoteBase

문 23. 다음 열화학 반응식을 이용하여 메테인(CH_4) 2g이 연소할 때 발생하는 열량(kJ)의 절댓값을 구하면? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16으로 한다.)

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$
$\Delta H = -880\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

① 55
② 110
③ 220
④ 440
⑤ 880

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 반응 엔탈피 ΔH가 반응식의 계수 기준, 즉 CH_4 1 mol이 연소할 때의 열량임을 이용해 2 g의 메테인 연소 열량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응식: $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$
주어진 반응 엔탈피: $\Delta H = -880kJ \cdot mol^{-1}$
메테인의 질량: 2 g
원자량: $H = 1, C = 12, O = 16$
구해야 할 값: 메테인 2 g이 연소할 때 발생하는 열량의 절댓값

사용할 공식

메테인의 몰질량은 $12 + 4 \times 1 = 16g/mol$이다.
$n = \frac{m}{M}$
반응식에서 $\Delta H = -880kJ \cdot mol^{-1}$는 CH_4 1 mol이 완전히 연소할 때의 값이므로, 실제 열량은 메테인의 몰수에 비례한다.

NoteBase

계산 과정

1. 메테인 CH_4의 몰질량을 구한다.

$M = 12 + 4 \times 1 = 16 g/mol$

2. 메테인 2 g의 몰수를 구한다.

$n = \frac{2g}{16g/mol} = \frac{1}{8} mol = 0.125 mol$

3. 1 mol당 880 kJ의 열이 발생하므로 0.125 mol의 열량을 구한다.

$880 kJ \times 0.125 = 110 kJ$

4. 문제는 발생하는 열량의 절댓값을 묻기 때문에 부호를 제외하고 110 kJ로 판단한다.

선지 판단

① X

- 55 kJ는 계산 결과 110 kJ와 다르다. 틀린 표현 55 kJ는 올바르게는 110 kJ이다.

② O

- 메테인 2 g은 $\frac{1}{8}$ mol이고, $880 kJ \times \frac{1}{8} = 110 kJ$이다. 발생 열량의 절댓값은 110 kJ이므로 맞다.

③ X

- 220 kJ는 메테인 $\frac{1}{4}$ mol에 해당하는 열량이다. 틀린 표현 220 kJ는 올바르게는 110 kJ이다.

④ X

- 440 kJ는 메테인 $\frac{1}{2}$ mol에 해당하는 열량이다. 틀린 표현 440 kJ는 올바르게는 110 kJ이다.

⑤ X

- 880 kJ는 반응식 기준으로 메테인 1 mol이 연소할 때의 열량이다. 문제의 메테인은 2 g, 즉 $\frac{1}{8}$ mol이므로 틀린 표현 880 kJ는 올바르게는 110 kJ이다.

계산 결과 110 kJ이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $\Delta H = -880 kJ \cdot mol^{-1}$를 그대로 답으로 고르는 것이다. 이 값은 메테인 1 mol 기준이고, 문제의 2 g은 $\frac{1}{8}$ mol이다. 또한 발열 반응이라 ΔH는 음수이지만, 문제는 열량의 절댓값을 묻기 때문에 최종 답은 양수로 쓴다.

다시 나오면 이렇게 판단

열화학 계산형 문제는 먼저 반응식의 ΔH가 몇 mol 기준인지 확인하고, 주어진 질량을 몰수로 바꾼 뒤, 반응 엔탈피에 실제 몰수 비율을 곱해 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

반응식의 ΔH는 계수 기준 열량이다. CH_4 2 g은 $\frac{1}{8}$ mol이므로 $880 \div 8 = 110$ kJ이다.

문 24. 다음은 20°C, 1atm에서 산 수용액 HA에 대한 자료이다. 20°C, 1atm에서 HA수용액 VmL를 취해 증류수로 묽혀 수용액의 부피를 500mL로 만들었다. 이때 몰농도를 구하면?

- 화학식량 = x
- 농도(wt%) = c
- 밀도($g \cdot mL^{-1}$) = d

① $\frac{dV}{2x}$
② $\frac{cdV}{50x}$
③ $\frac{2dV}{x}$
④ $\frac{2cdV}{x}$
⑤ $\frac{50cdV}{x}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 질량 퍼센트 농도와 밀도로 원액 속 HA의 몰수를 구한 뒤, 최종 부피 $500mL$에서의 몰농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: HA의 화학식량 x, 농도 $cwt\%$, 밀도 $dg \cdot mL^{-1}$, 취한 부피 VmL이다.
구해야 할 값: 증류수로 묽혀 전체 부피를 $500mL$로 만든 뒤의 몰농도이다.
주의할 조건: $wt\%$는 용액 $100g$ 속 용질의 질량을 뜻하므로, 먼저 원액의 질량을 밀도로 구해야 한다.

사용할 공식

용액의 질량=밀도×부피
용질의 질량=용액의 질량× (c)/(100)
몰농도=용질의 몰수용액의 부피(L)
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 주어진 농도가 $wt\%$이므로 바로 몰농도로 바꿀 수 없고, 밀도와 부피로 질량을 구한 뒤 화학식량으로 몰수로 환산해야 한다.

계산 과정

1. 취한 HA 수용액의 질량은 $dg \cdot mL^{-1} \times VmL = dVg$이다.
2. 농도가 $cwt\%$이므로 HA의 질량은 $dV \times \frac{c}{100} = \frac{cdV}{100}g$이다.
3. HA의 화학식량이 x이므로 HA의 몰수는 $\frac{cdV}{100x}mol$이다.
4. 최종 부피 $500mL$는 $0.5L$이므로 몰농도는 $\frac{cdV}{100x} \div 0.5 = \frac{cdV}{50x}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- $\frac{dV}{2x}$는 농도 $cwt\%$를 반영하지 않은 값이므로 틀리다. 틀린 표현 $\frac{dV}{2x}$ → 올바르게는 $\frac{cdV}{50x}$이다.

② O
- 원액 질량 dV, 용질 질량 $\frac{cdV}{100}$, 몰수 $\frac{cdV}{100x}$, 최종 부피 $0.5L$를 모두 반영하면 $\frac{cdV}{50x}$가 된다.

③ X
- $\frac{2dV}{x}$는 $500mL = 0.5L$로 나누는 효과만 반영하고, $cwt\%$의 $\frac{c}{100}$을 빠뜨린 값이다. 틀린 표현 $\frac{2dV}{x}$ → 올바르게는 $\frac{cdV}{50x}$이다.

④ X
- $\frac{2cdV}{x}$는 $cwt\%$를 $\frac{c}{100}$이 아니라 c처럼 처리해 100배 크게 만든 값이다. 틀린 표현 $\frac{2cdV}{x}$ → 올바르게는 $\frac{cdV}{50x}$이다.

⑤ X
- $\frac{50cdV}{x}$는 $\frac{c}{100}$ 환산을 빠뜨린 채 $0.5L$로 나누는 대신 100을 곱하는 식으로 부피 처리까지 뒤집은 형태이며, 정답의 2500배에 해당한다. 틀린 표현 $\frac{50cdV}{x}$ → 올바르게는 $\frac{cdV}{50x}$이다.

계산 결과 몰농도는 $\frac{cdV}{50x}$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $wt\%$를 몰농도처럼 바로 쓰거나, $500mL$를 $0.5L$로 바꾸는 단위 변환을 놓치게 하는 것이다. 특히 ④는 $cwt\%$를 $\frac{c}{100}$으로 바꾸지 않으면 나오는 대표적인 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

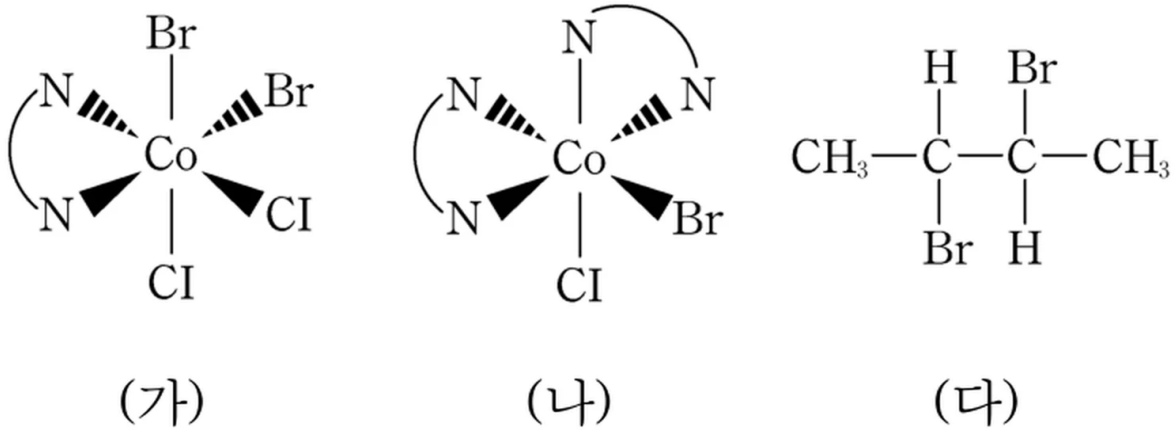
질량 퍼센트 농도와 밀도가 함께 주어지면 용액 부피 → 용액 질량 → 용질 질량 → 용질 몰수 → 최종 부피로 나눈 몰농도 순서로 판단한다.

암기 포인트

$wt\%$ 문제의 핵심은 c를 그대로 쓰지 않고 $\frac{c}{100}$으로 바꾸는 것이다. 몰농도는 마지막에 반드시 최종 부피 L로 나눈다.

NoteBase

문 25. 화합물 (가), (나), (다) 중 카이랄(chiral)성인 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, $\widehat{NN}$은 에틸렌다이아민이다.)



① (가)

② (다)

③ (가), (나)

④ (나), (다)

⑤ (가), (나), (다)

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 그림의 배위 구조와 유기분자의 내부 대칭 요소를 보아 카이랄 여부를 판단하는 문제이다. 카이랄성은 거울상과 서로 겹쳐지지 않는 성질이고, 분자 안에 대칭면이나 대칭중심이 있으면 보통 비카이랄로 판단한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- (가)는 카이랄이지만, (나)도 카이랄이다. (가)만 있다고 한 표현이 틀렸다. 올바르게는 카이랄성인 것은 (가), (나)이다.

② X
- (다)는 2,3-디브로모부탄형 구조로 두 입체중심을 가지지만 내부 대칭면을 가지는 메소 구조이므로 비카이랄이다. (다)라고 한 표현이 틀렸다. 올바르게는 카이랄성인 것은 (가), (나)이다.

③ O
- (가)는 팔면체 Co 착물에서 에틸렌다이아민 고리와 Br, Cl의 배치가 전체 구조에 대칭면이나 대칭중심을 만들지 않으므로 카이랄이다. (나)도 두 에틸렌다이아민 고리와 서로 다른 단원자 리간드 Br, Cl의 배치 때문에 거울상과 겹쳐지지 않는 팔면체 착물로 카이랄이다. (다)는 내부 대칭면이 있는 메소 구조이므로 제외된다.

④ X
- (나)는 카이랄이지만, (다)는 비카이랄이다. (다)를 포함한 표현이 틀렸다. 올바르게는 카이랄성인 것은 (가), (나)이다.

⑤ X
- (가)와 (나)는 카이랄이지만, (다)는 내부 대칭면을 가지므로 비카이랄이다. 세 물질 모두라고 한 표현이 틀렸다. 올바르게는 카이랄성인 것은 (가), (나)이다.

오답 포인트

(다)처럼 입체중심이 두 개 있어도 항상 카이랄인 것은 아니다. 두 입체중심의 치환기가 서로 대칭적으로 배치되어 내부 대칭면이 생기면 메소 화합물이 되어 비카이랄이다. 반대로 (가), (나)의 팔면체 착물은 평면 그림만 보고 좌우가 비슷해 보이더라도 전체 3차원 배치에서 대칭면이나 대칭중심이 없으면 카이랄로 본다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 모든 후보에서 대칭면과 대칭중심이 있는지 본다. 유기분자는 입체중심의 개수보다 내부 대칭 여부를 우선 판단하고, 팔면체 착물은 킬레이트 고리와 서로 다른 리간드의 3차원 배열이 거울상과 겹쳐지는지 판단한다.

암기 포인트

입체중심이 있어도 내부 대칭면이 있으면 비카이랄이고, 팔면체 킬레이트 착물은 대칭면이 사라지면 카이랄이 될 수 있다.

NoteBase