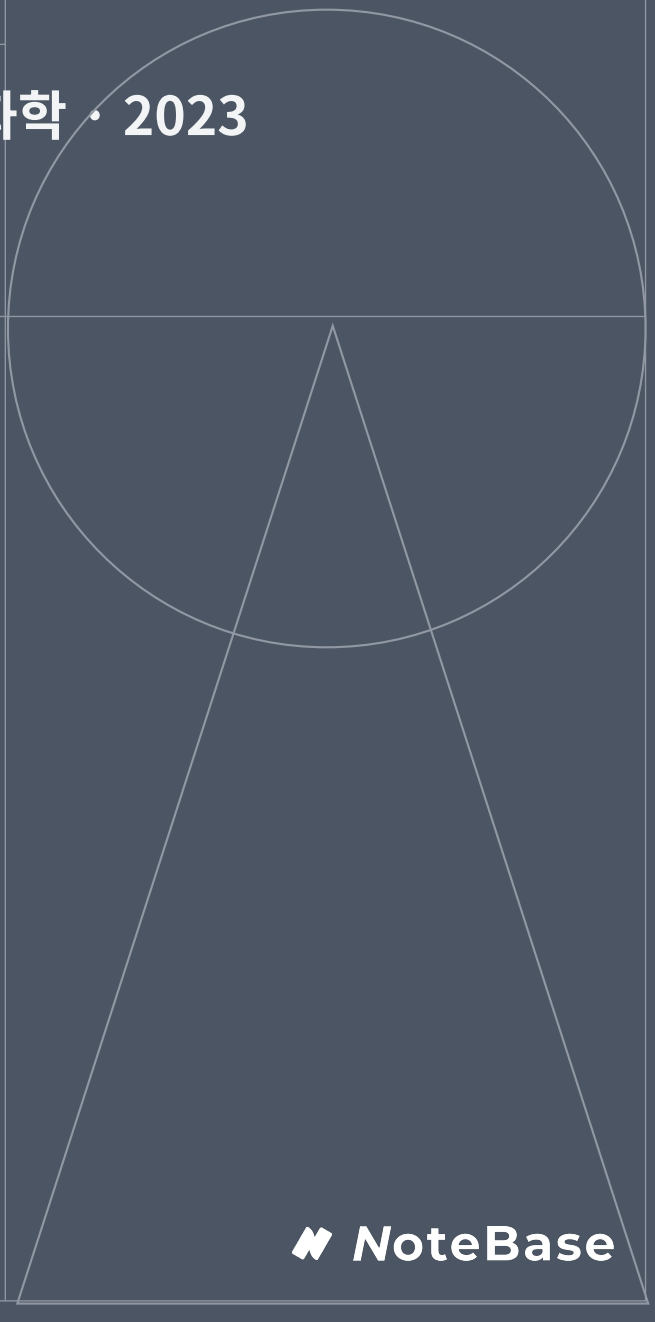
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2023

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2023

1. 〈보기〉는 산소 원자의 전자 배치를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

$1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p_x^{\,1} \quad 2p_y^{\,2} \quad 2p_z^{\,1}$

① 원자가 전자의 개수는 4개이다.
② $1s$와 $2s$는 오비탈 크기에 차이가 있다.
③ 들뜬 상태의 전자 배치이다.
④ 전자가 배치된 오비탈의 총 개수는 3개이다.

정답 2번

출제 포인트

전자 배치에서 전체 전자 수, 점유된 오비탈 수, 바닥 상태 여부, 주양자수에 따른 오비탈 크기를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

전체 전자 수는 각 오비탈의 위 첨자를 모두 더해 구하고, 점유된 오비탈 수는 전자가 1개 이상 들어 있는 오비탈을 세어 구한다. 같은 종류의 오비탈은 주양자수 n이 클수록 일반적으로 공간적 크기가 커진다. 바닥 상태는 전자가 가장 낮은 에너지부터 채워지고, 같은 에너지의 p 오비탈에서는 훈트 규칙에 따라 먼저 하나씩 배치된 상태이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '전자의 개수는 4개'이다. 위 첨자의 합은 2+2+1+2+1=8이므로 전자는 8개이고, 원자는 산소 원자이다.
② O — $1s$와 $2s$는 주양자수가 각각 1과 2이므로 오비탈의 공간적 크기가 서로 다르며, 일반적으로 $2s$ 오비탈이 더 크다.
③ X — 틀린 표현은 '들뜬 상태'이다. 주어진 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$이고, 세 개의 $2p$ 오비탈에 전자가 2개·1개·1개로 배치되어 훈트 규칙을 만족하므로 바닥 상태이다.
④ X — 틀린 표현은 '오비탈의 총 개수는 3개'이다. 전자가 배치된 오비탈은 $1s$, $2s$, $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$의 총 5개이다.

NoteBase

오답 포인트

위 첨자에 나타난 전자 수와 전자가 들어 있는 오비탈 수를 혼동하기 쉽다. 또한 한 $2p$ 오비탈에 전자 2개가 짝지어 있어도, 나머지 두 $2p$ 오비탈에 전자가 하나씩 들어 있으면 $2p^4$의 바닥 상태 배치가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 위 첨자를 합해 전체 전자 수를 구하고, 전자가 들어 있는 칸을 세어 점유 오비탈 수를 구한다. 이어 낮은 에너지 오비탈부터 채워졌는지와 같은 에너지 오비탈에서 훈트 규칙을 만족하는지를 확인해 바닥 상태 여부를 판단한다.

암기 포인트

위 첨자의 합은 전자 수, 전자가 든 칸의 수는 점유 오비탈 수이다. 같은 종류의 오비탈은 주양자수가 클수록 일반적으로 더 크다.

NoteBase

2. 〈보기 1〉은 탄소 화합물 (가)와 (나)에 대한 설명이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기 2〉에서 모두 고른 것은?

〈보기 1〉

- (가)는 에테인의 수소 원자 1개가 −OH로 치환된 분자이다.
- (나)는 메테인의 수소 원자 1개가 −COOH로 치환된 분자이다.

〈보기 2〉

ㄱ. (나)는 (가)를 산화시켜서 얻을 수 있다.
ㄴ. (나)의 수용액은 산성이 아니다.
ㄷ. $\frac{\text{(분자 1 mol 내의 H 원자 개수)}}{\text{(분자 1 mol 내의 C 원자 개수)}}$는 (가)와 (나)가 같다.

① ㄱ ② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

치환으로 만든 에탄올과 아세트산의 성질을 분자식, 산화 관계, 수용액의 산성 여부로 비교하는 문제이다.

핵심 개념

(가)는 에테인의 수소 원자 1개를 -OH로 치환한 에탄올이며, 분자식은 C_2H_6O이다.
(나)는 메테인의 수소 원자 1개를 -COOH로 치환한 아세트산이며, 분자식은 $C_2H_4O_2$이다.
에탄올은 산화되어 아세트산이 될 수 있고, 아세트산의 -COOH는 수용액에서 산성을 나타낸다.

선지별 해설

① O - ㄱ만 옳다. 에탄올인 (가)는 산화되어 아세트산인 (나)가 될 수 있다.
② X - ㄴ의 '산성이 아니다'가 틀렸다. (나)는 -COOH를 가진 아세트산이므로 수용액은 산성이다. 따라서 ㄴ만 옳다는 판단이 아니라 ㄱ만 옳다.
③ X - ㄱ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. (가)의 원자 수 비는 H/C = 6/2 = 3이고, (나)는 H/C = 4/2 = 2이므로 같지 않다. 따라서 ㄱ과 ㄷ이 아니라 ㄱ만 옳다.
④ X - ㄴ과 ㄷ은 모두 틀렸다. (나)의 수용액은 산성이며, H 원자 수와 C 원자 수의 비도 (가)와 (나)가 서로 다르다. 따라서 ㄴ과 ㄷ이 아니라 ㄱ만 옳다.

오답 포인트

-COOH를 단순한 치환기로만 보고 산성을 놓치거나, 두 분자의 C 원자 수가 모두 2개라는 사실만 보고 H와 C의 원자 수 비도 같다고 판단하기 쉽다. 분자식을 먼저 완성한 뒤 각 원자 수를 직접 비교해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

원래 탄화수소에서 치환되는 H 1개를 빼고 치환기의 원자를 더해 분자식을 구한다. 이어 작용기의 성질을 확인하고, 원자 수의 비는 분자식의 아래첨자 값을 각각 나누어 판단한다.

암기 포인트

에탄올은 산화되면 아세트산이 되고, -COOH를 가진 아세트산 수용액은 산성이다.

NoteBase

3. 원자의 몰(mol) 수가 가장 큰 것은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)
① 36 g의 H_2O에 들어있는 원자의 총 몰 수
② 16 g의 CH_4에 들어있는 원자의 총 몰 수
③ 6 mol의 C_2H_4에 들어있는 원자의 총 몰 수
④ 3 mol의 C_2H_5COOH에 들어있는 원자의 총 몰 수

정답 3번

출제 포인트

물질의 양과 화학식으로부터 원자의 총 몰 수를 계산하여 비교하는 문제이다.

조건 정리

질량이 주어진 경우 먼저 물질의 몰 수를 구한다. 그다음 화학식의 원자 개수를 모두 더해 분자 1개를 구성하는 원자 수를 구한다.
원자량은 H=1, C=12, O=16이다.

사용할 공식

물질의 몰 수=질량몰 질량
원자의 총 몰 수=물질의 몰 수×분자당 원자 수
분자 1개에 들어 있는 모든 원자의 개수를 물질의 몰 수에 곱해야 원자의 총 몰 수를 구할 수 있다.

계산 과정

① H_2O의 몰 질량은 $18g/mol$이므로 $36g$은 $2mol$이다. 분자당 원자는 3개이므로 원자의 총 몰 수는 $2 \times 3 = 6mol$이다.
② CH_4의 몰 질량은 $16g/mol$이므로 $16g$은 $1mol$이다. 분자당 원자는 5개이므로 원자의 총 몰 수는 $1 \times 5 = 5mol$이다.
③ C_2H_4는 분자당 원자가 $2 + 4 = 6$개이므로 원자의 총 몰 수는 $6 \times 6 = 36mol$이다.
④ $C_2H_5COOH = C_3H_6O_2$이므로 분자당 원자는 $3 + 6 + 2 = 11$개이다. 원자의 총 몰 수는 $3 \times 11 = 33mol$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 원자의 총 몰 수는 6*mol*로 가장 크지 않다. '가장 크다'가 아니라 '원자의 총 몰 수는 6*mol*이다'가 올바른 판단이다.
② X — 원자의 총 몰 수는 5*mol*로 가장 크지 않다. '가장 크다'가 아니라 '원자의 총 몰 수는 5*mol*이다'가 올바른 판단이다.
③ O — 원자의 총 몰 수가 36*mol*로 네 선지 중 가장 크다.
④ X — 원자의 총 몰 수는 33*mol*로 ③의 36*mol*보다 작다. '가장 크다'가 아니라 '원자의 총 몰 수는 33*mol*이다'가 올바른 판단이다.

오답 포인트

④의 C_2H_5COOH에서 COOH 앞의 탄소까지 합치면 분자식은 $C_3H_6O_2$이고 원자는 총 11개이다. 따라서 3*mol*에 들어 있는 원자는 33*mol*이며, 원자 수가 많은 분자라는 이유만으로 ④를 고르면 안 된다. 질량이 주어진 ①과 ②는 먼저 몰 질량으로 나누어 물질의 몰 수로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량이 제시되면 몰 질량으로 나누어 물질의 몰 수를 구하고, 화학식의 모든 아래첨자를 합한 분자당 원자 수를 곱한다. 마지막에는 같은 단위인 원자의 몰 수끼리 비교한다.

암기 포인트

원자의 총 몰 수는 '분자의 몰 수 × 분자 1개 속 원자 수'이다.

NoteBase

4. 〈보기〉의 (가)~(다)에 들어갈 숫자의 총합은? (단, 표의 A, B, C는 0℃, 1기압의 이상 기체이다.)

〈보기〉

기체	A	B	C
부피[L]	22.4	(나)	11.2
질량[g]	(가)	34	8
분자량	20	17	(다)

① 46.4 ② 47.2
③ 58.4 ④ 80.8

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 0°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피가 22.4L라는 사실과 $m = nM$의 관계를 이용해 세 빈칸의 숫자를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A의 부피는 22.4L, 분자량은 20이고, B의 질량은 34g, 분자량은 17이며, C의 부피는 11.2L, 질량은 8g이다.
구해야 할 값: (가)는 A의 질량, (나)는 B의 부피, (다)는 C의 분자량이다.
주의할 조건: 세 기체는 모두 0°C, 1기압의 이상 기체이므로 몰 부피 22.4L/mol를 적용한다. 문제는 서로 다른 물리량의 단위가 아니라 빈칸에 들어갈 숫자만 더하도록 요구한다.

사용할 공식

$n = \frac{V}{22.4L/mol}$
$m = nM, \quad M = \frac{m}{n}$
0°C, 1기압에서 이상 기체의 부피로 몰수를 구할 수 있고, 질량·몰수·몰 질량의 관계를 이용해 나머지 값을 구할 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. A는 $22.4L$이므로 $1mol$이다. 따라서 (가)=1 mol×20 g/mol=20 g이므로 (가)에 들어갈 숫자는 20이다.
2. B의 몰수는 $34g \div 17g/mol = 2mol$이다. 따라서 (나)=2 mol×22.4 L/mol=44.8 L이므로 (나)에 들어갈 숫자는 44.8이다.
3. C는 $11.2L \div 22.4L/mol = 0.5mol$이다. 따라서 (다)=(8 g)/(0.5 mol)=16 g/mol이므로 (다)에 들어갈 숫자는 16이다.
4. 세 숫자의 합은 $20 + 44.8 + 16 = 80.8$이다.

선지 판단

① X — 46.4는 계산된 합 80.8과 일치하지 않는다. 틀린 수치 46.4는 올바르게는 80.8이다.
② X — 47.2는 $20 + 44.8 + 16$의 값이 아니다. 틀린 수치 47.2는 올바르게는 80.8이다.
③ X — 58.4는 세 빈칸의 값 20, 44.8, 16을 모두 더한 결과가 아니다. 틀린 수치 58.4는 올바르게는 80.8이다.
④ O — 세 빈칸의 숫자를 모두 더하면 $20 + 44.8 + 16 = 80.8$이므로 옳다.
계산 결과가 80.8이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

A·B·C에 같은 공식을 기계적으로 적용하면 안 된다. A는 몰수에서 질량을, B는 질량에서 몰수와 부피를, C는 부피에서 몰수와 분자량을 차례로 구해야 한다. 특히 C의 부피 $11.2L$는 $0.5mol$이므로 분자량을 $8 \div 0.5 = 16$으로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

0°C, 1기압의 기체 문제는 먼저 $22.4L = 1mol$로 각 기체의 몰수를 구한 뒤, $m = nM$으로 질량·몰수·몰질량을 연결하고 마지막에 문제에서 요구한 숫자만 합산한다.

암기 포인트

0°C, 1기압에서 이상 기체 $1mol = 22.4L$, 질량 관계는 $m = nM$이다.

NoteBase

5. 〈보기 1〉은 몇 가지 물질의 화학식이다. 〈보기 1〉의 물질을 구성하는 원소들의 산화수에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기 2〉에서 모두 고른 것은?

〈보기 1〉

$KMnO_4$ MgH_2 CH_3NH_2 HNO_2

〈보기 2〉

ㄱ. 구성 원소 중 산화수가 가장 큰 것은 Mn이다.
ㄴ. MgH_2에서 H의 산화수와 HNO_2에서 H의 산화수는 같다.
ㄷ. CH_3NH_2에서 N의 산화수와 HNO_2에서 N의 산화수의 합은 0이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

화합물에서 원소별 산화수를 정하고, 서로 다른 물질 속 같은 원소의 산화수를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

산화수는 결합 전자를 전기음성도가 큰 원자에 모두 배정한다고 가정했을 때 각 원자에 부여되는 형식 전하이다. 중성 화합물에서는 모든 원자의 산화수 합이 0이다. 일반적으로 H의 산화수는 +1이지만, MgH_2처럼 금속과 결합한 금속 수소화물에서는 −1이다. O는 보통 −2, K는 +1이다. 따라서 $KMnO_4$의 Mn은 +7, MgH_2의 H는 −1, CH_3NH_2의 N은 −3, HNO_2의 H는 +1, N은 +3이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리고 ㄷ은 옳으므로 'ㄱ, ㄴ'은 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
② O — ㄱ과 ㄷ이 모두 옳고 ㄴ은 틀리므로 'ㄱ, ㄷ'이 옳은 설명을 모두 고른 조합이다.
③ X — ㄴ은 틀리고 ㄱ은 옳으므로 'ㄴ, ㄷ'은 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다. 틀린 조합 'ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
④ X — ㄴ이 틀리므로 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'을 모두 고를 수 없다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.

보기 판단: ㄱ O — $KMnO_4$에서 K가 +1, O 네 개가 합계 −8이므로 Mn은 +7이다. 다른 원소의 산화수 가운데 가장 큰 값은 Mn의 +7이다.
ㄴ X — MgH_2는 금속 수소화물이므로 H가 −1이지만, HNO_2에서는 H가 +1이다. '같다'는 표현이 틀렸으며, 올바르게는 두 H의 산화수가 서로 다르다.
ㄷ O — CH_3NH_2에서 N은 −3이고 HNO_2에서 N은 +3이므로 그 합은 0이다.

오답 포인트

H의 산화수를 언제나 +1로 처리하면 ㄴ을 옳다고 판단하기 쉽다. MgH_2는 금속 수소화물이므로 H가 예외적으로 −1이라는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중성 화합물의 산화수 합을 0으로 두고, O는 보통 −2, H는 보통 +1을 적용한다. 다만 H가 금속 수소화물에 들어 있으면 −1로 바꾼 뒤 각 보기의 진위를 판정하고 마지막에 옳은 보기의 조합을 선택한다.

암기 포인트

H는 보통 +1, 금속 수소화물에서는 −1이다. 이 문항의 핵심 산화수는 Mn +7, 두 N은 각각 −3과 +3이다.

NoteBase

6. 〈보기〉는 $N_2(g)$와 $H_2(g)$가 반응하여 $NH_3(g)$를 생성하는 화학 반응식이다. 일정한 온도에서 강철 용기에 N_2 28 g과 H_2 5 g을 넣고 반응시켰더니 NH_3 1 mol이 생성되었고, 반응 후 용기 속 전체 기체의 압력이 5 atm이었다. 반응 후 $H_2(g)$의 부분 압력[atm]은? (단, 강철 용기 내의 모든 기체는 이상 기체이며 H, N의 원자량은 각각 1, 14이다.)

〈보기〉

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

① 0.5 ② 1
③ 2 ④ 4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반응식의 계수비로 반응 후 각 기체의 몰수를 구한 뒤, 몰분율과 전체 압력으로 수소의 부분 압력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 N_2는 $28g$, H_2는 $5g$이고, 생성된 NH_3는 $1mol$이며, 반응 후 전체 압력은 $5atm$이다.
초기 몰수: $n(N_2) = 28/28 = 1mol$, $n(H_2) = 5/2 = 2.5mol$이다.
구해야 할 값: 반응 후 H_2의 부분 압력이다.
주의할 조건: 같은 용기 속 이상 기체의 부분 압력은 그 기체의 몰분율에 전체 압력을 곱해 구한다.

사용할 공식

반응식은 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$이다.
부분 압력은 $P_{H_2} = x_{H_2}P_{\text{total}}$, $x_{H_2} = n(H_2)/n_{\text{total}}$로 구한다.
반응식의 계수비가 반응하거나 생성되는 몰수의 비를 주고, 이상 기체 혼합물에서는 부분 압력이 몰분율에 비례하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. NH_3가 $1mol$ 생성될 때 반응식의 계수비 $N_2 : H_2 : NH_3 = 1 : 3 : 2$에 따라 N_2는 $0.5mol$, H_2는 $1.5mol$ 반응한다.
2. 반응 후 몰수는 N_2가 $1 - 0.5 = 0.5mol$, H_2가 $2.5 - 1.5 = 1.0mol$, NH_3가 $1.0mol$이다. 따라서 전체 몰수는 $0.5 + 1.0 + 1.0 = 2.5mol$이다.
3. 수소의 몰분율은 $x_{H_2} = 1.0/2.5 = 0.4$이다.
4. 수소의 부분 압력은 $P_{H_2} = 0.4 \times 5atm = 2atm$이다.

선지 판단

① X — $0.5atm$은 계산 결과와 다르다. 반응 후 N_2의 몰수인 $0.5mol$을 수소의 부분 압력으로 혼동한 값이며, 올바른 수소의 부분 압력은 $2atm$이다.
② X — $1atm$은 계산 결과와 다르다. 반응 후 H_2의 양 $1.0mol$을 압력값으로 그대로 사용하면 안 되며, 몰분율에 전체 압력을 곱한 $2atm$이 올바르다.
③ O — 반응 후 H_2의 몰분율이 0.4이므로 부분 압력은 $0.4 \times 5atm = 2atm$이다.
④ X — $4atm$은 전체 압력의 80%에 해당하지만 수소의 실제 몰분율은 0.4이므로 틀리다. 올바른 수소의 부분 압력은 $2atm$이다.

오답 포인트

생성된 NH_3 $1mol$을 보고 H_2도 $1mol$만 반응했다고 판단하면 안 된다. 반응량은 반드시 계수비 $1 : 3 : 2$로 환산해야 한다. 또한 반응 후 남은 수소의 몰수 $1.0mol$은 압력이 아니므로, 전체 기체 몰수로 나눈 몰분율에 전체 압력을 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량을 몰수로 바꾼 뒤, 생성물의 몰수와 반응식의 계수비로 반응량을 구한다. 이어서 반응 후 각 기체의 몰수를 모두 합해 몰분율을 계산하고, $P_i = x_i P_{\text{total}}$을 적용한다.

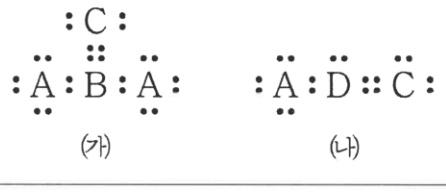
암기 포인트

반응 후 부분 압력은 '남은 몰수 계산 → 전체 몰수 계산 → 몰분율 × 전체 압력'의 순서로 구한다.

NoteBase

7. 〈보기〉는 2주기 원자 A~D로 이루어진 분자 (가)와 (나)의 루이스 전자점식을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

〈보기〉



(가) (나)

① 전기 음성도는 B가 A보다 크다.

② (나)는 무극성 분자이다.

③ $\frac{(\text{비공유 전자쌍 수})}{(\text{공유 전자쌍 수})}$는 (가) > (나)이다.

④ (가)와 (나)에는 모두 극성 공유 결합이 존재한다.

정답 4번

출제 포인트

루이스 전자점식에서 결합 전자쌍과 비공유 전자쌍을 세고, 중심 원자의 전자 영역으로 분자 구조와 극성을 판단하는 문제이다. (가)의 중심 원자 *B*는 두 단일 결합과 한 이중 결합을 하고, (나)의 중심 원자 *D*는 한 단일 결합, 한 이중 결합 및 한 비공유 전자쌍을 가진다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- A는 원자가 전자가 7개인 2주기 원소인 플루오린이고, B는 네 개의 결합 전자쌍을 형성하는 탄소이다. 전기 음성도는 플루오린이 탄소보다 크므로 $A > B$이다.
- 틀린 표현 '전기 음성도는 B가 A보다 크다'는 '전기 음성도는 A가 B보다 크다'로 고쳐야 한다.

② X
- (나)의 중심 원자 D에는 결합 전자 영역 2개와 비공유 전자쌍 1개가 있어 분자 구조가 굽은형이다. 따라서 두 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않아 극성 분자이다.
- 틀린 표현 '(나)는 무극성 분자이다'는 '(나)는 극성 분자이다'로 고쳐야 한다.

③ X
- (가)의 비공유 전자쌍은 두 A에 6쌍, C에 2쌍으로 모두 8쌍이고, 공유 전자쌍은 두 단일 결합에 2쌍, 이중 결합에 2쌍으로 모두 4쌍이다. 따라서 그 비는 8/4 = 2이다. (나)의 비공유 전자쌍은 A에 3쌍, D에 1쌍, C에 2쌍으로 모두 6쌍이고, 공유 전자쌍은 단일 결합 1쌍과 이중 결합 2쌍으로 모두 3쌍이다. 따라서 그 비도 6/3 = 2이다.
- 틀린 부등호 '(가) > (나)'는 '(가) = (나)'로 고쳐야 한다.

④ O
- (가)의 $A-B$, $B-C$ 결합과 (나)의 $A-D$, $D-C$ 결합은 서로 다른 원소 사이의 결합이다. 각 결합에서 두 원자의 전기 음성도가 달라 공유 전자쌍이 한쪽으로 치우치므로 (가)와 (나)에는 모두 극성 공유 결합이 존재한다.

오답 포인트

'극성 공유 결합의 존재'와 '분자 전체의 극성'을 혼동하기 쉽다. 결합이 극성이어도 분자 구조가 대칭이면 결합 쌍극자가 상쇄될 수 있지만, ④는 분자의 극성이 아니라 극성 공유 결합의 존재만 묻는다. 또한 이중 결합은 공유 전자쌍 2쌍으로 세어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 원자 주변의 점으로 비공유 전자쌍을 세고, 원자 사이의 점은 단일 결합 1쌍·이중 결합 2쌍으로 센다. 분자 극성은 중심 원자의 전자 영역 수로 구조를 정한 뒤 결합 쌍극자의 상쇄 여부를 판단하고, 극성 공유 결합의 존재는 결합한 두 원자의 전기 음성도 차이로 판단한다.

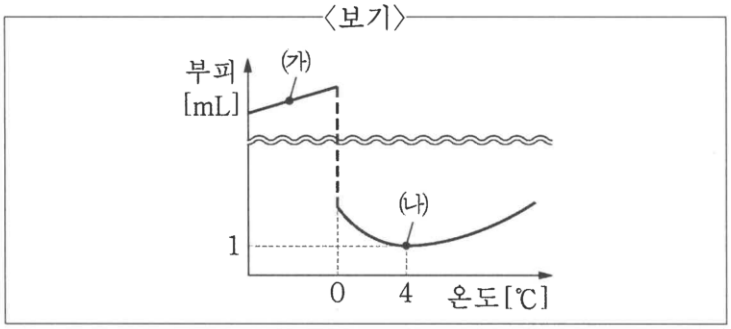
암기 포인트

이중 결합은 전자 영역은 1개이지만 공유 전자쌍은 2쌍이다. 결합의 극성과 분자의 극성은 구분한다.

NoteBase

8. 〈보기〉는 1기압에서 H_2O 1 g의 온도에 따른 부피 변화를 나타낸 그래프이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉



① 평균 수소 결합의 수는 (가) > (나)이다.
② H_2O의 밀도는 (가) > (나)이다.
③ (나)보다 (가)에서 부피가 큰 이유는 열팽창 때문이다.
④ 0 ℃일 때 H와 O 사이의 공유 결합이 끊어진다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 물 1*g*의 온도에 따른 부피 그래프에서 얼음인 (가)와 부피가 최소인 4 ° *C*의 물 (나)를 비교하여, 수소 결합·밀도·부피 변화의 원인을 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O — (가)는 얼음, (나)는 액체 상태의 물이다. 얼음에서는 물 분자들이 규칙적인 수소 결합 구조를 이루므로 분자당 평균 수소 결합 수가 액체 물보다 크다.
② X — 같은 질량에서는 부피가 클수록 밀도가 작다. 그래프에서 (가)의 부피가 (나)보다 크므로 $\rho = m/V$에 따라 밀도는 (가) < (나)이다. 틀린 표현 '(가) > (나)'는 '(가) < (나)'로 고쳐야 한다.
③ X — (가)의 부피가 더 큰 주된 이유는 단순한 열팽창이 아니라, 얼음에서 수소 결합이 빈 공간이 많은 규칙적인 구조를 만들기 때문이다. 틀린 표현 '열팽창 때문'은 '얼음의 열린 수소 결합 구조 때문'으로 고쳐야 한다.
④ X — 0 ° *C*에서 상태가 변할 때 끊어지거나 재배열되는 것은 주로 물 분자 사이의 수소 결합이며, 물 분자 내부의 H—O 공유 결합은 끊어지지 않는다. 틀린 표현 'H와 O 사이의 공유 결합이 끊어진다'는 '물 분자 사이의 수소 결합이 일부 끊어지고 재배열된다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

그래프에서 얼음의 부피가 큰 현상을 일반적인 열팽창으로 해석하거나, 상태 변화 때 분자 내부의 공유 결합이 끊어진다고 생각하기 쉽다. 이 현상은 물 분자 사이의 수소 결합이 만드는 열린 구조와 관련되며, 같은 질량에서는 큰 부피가 작은 밀도를 뜻한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $0^\circ C$ 아래의 가지를 얼음, $4^\circ C$에서 부피가 최소인 점을 밀도가 최대인 액체 물로 판별한다. 이어서 같은 질량에 대해 $\rho = m/V$를 적용하고, 상태 변화는 분자 사이 힘의 변화이지 분자 내부 공유 결합의 절단이 아님을 구분한다.

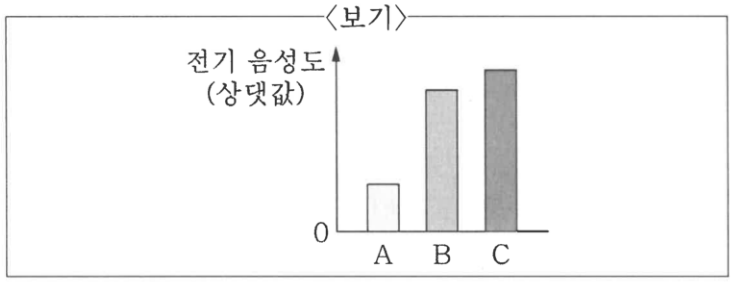
암기 포인트

물은 $4^\circ C$에서 부피가 최소이고 밀도가 최대이며, 얼음은 열린 수소 결합 구조 때문에 물보다 부피가 크고 밀도가 작다.

NoteBase

9. 〈보기〉의 A ~C는 O, F, Mg 중 하나이며 그래프는 상대적인 전기 음성도를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉



① BC_2는 이온 결합 물질이다.

② 제1 이온화 에너지의 크기는 A가 가장 크다.

③ AB에서 A 이온과 B 이온은 Ne과 같은 전자 배치를 가진다.

④ BC_2는 강한 정전기적 인력에 의해 결합한다.

정답 3번

출제 포인트

전기 음성도는 Mg < O < F 순서이므로 그래프의 A, B, C는 각각 Mg, O, F이다. 이 대응을 이용해 결합의 종류, 제1 이온화 에너지, 이온의 전자 배치를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- BC_2는 OF_2이며, O와 F는 모두 비금속이므로 공유 결합으로 이루어진 분자 물질이다. '이온 결합 물질'이라는 표현이 틀렸으며, 올바르게는 '공유 결합 물질'이다.

② X

- 제1 이온화 에너지는 대체로 주기율표에서 오른쪽 위로 갈수록 커지므로 Mg인 A가 아니라 F인 C가 가장 크다. 'A가 가장 크다'가 틀렸으며, 올바르게는 'C가 가장 크다'이다.

③ O

- AB는 MgO이다. Mg은 전자 2개를 잃어 Mg^{2+}이 되고 O는 전자 2개를 얻어 O^{2-}이 되므로, 두 이온은 모두 전자 10개를 가져 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다.

④ X

- BC_2, 즉 OF_2에서는 O와 F 사이에 공유 전자쌍이 형성되어 공유 결합을 한다. '강한 정전기적 인력에 의해 결합한다'는 이온 결합에 해당하는 설명이므로 틀렸으며, 올바르게는 '공유 전자쌍을 형성하여 공유 결합한다'이다.

오답 포인트

전기 음성도의 크기만 보고 B와 C 사이의 결합을 이온 결합으로 판단하기 쉽다. 그러나 B와 C는 각각 비금속인 O와 F이므로 OF_2는 공유 결합 물질이다. 또한 전기 음성도와 제1 이온화 에너지는 서로 다른 성질이지만, 이 원소들에서는 모두 F가 가장 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전기 음성도 순서 Mg < O < F로 문자를 확정한다. 그다음 금속과 비금속의 결합은 이온 결합, 비금속끼리의 결합은 공유 결합으로 구분하고, 이온의 전자 수는 원자 번호에서 잃거나 얻은 전자 수를 반영해 계산한다.

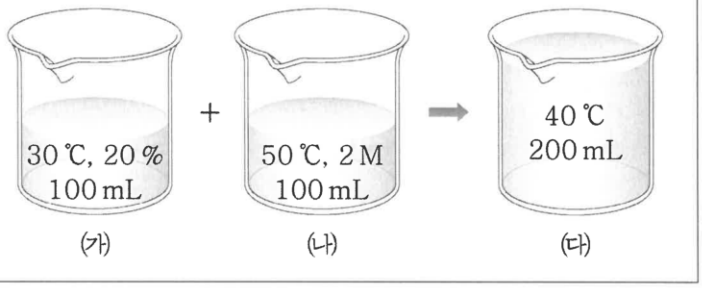
암기 포인트

Mg < O < F, Mg^{2+}과 O^{2-}은 모두 Ne형 전자 배치, OF_2는 공유 결합 물질이다.

NoteBase

10. 〈보기〉는 30 ℃, 밀도 1.1 g/mL인 A 수용액 (가)와 50 ℃의 A 수용액 (나)를 혼합하여 40 ℃의 A 수용액 (다)를 얻는 과정이다. A의 화학식량은 60이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

〈보기〉



① (가)의 몰랄 농도는 4 m보다 크다.
② (나)를 냉각시키면 몰 농도는 달라진다.
③ (다)의 몰 농도는 3 M보다 크다.
④ (다)에 들어있는 A의 질량은 34 g이다.

정답 3번

출제 포인트

질량 퍼센트 농도와 몰 농도로부터 용질의 몰수와 질량을 구하고, 혼합 전후 용질의 몰수가 보존된다는 원리로 혼합 용액의 농도를 판단하는 문제이다.

조건 정리

(가): 부피 $100mL$, 밀도 $1.1g/mL$, 질량 퍼센트 농도 20%이다.
(나): 부피 $100mL = 0.100L$, 몰 농도 $2mol/L$이다.
(다): 혼합 후 부피 $200mL = 0.200L$이다.
A의 화학식량은 60이며, 혼합 과정에서 A의 몰수는 보존된다.

사용할 공식

용액의 질량은 밀도×부피이고, 용질의 질량은 용액의 질량×질량 퍼센트100이다.
몰수는 $n = \frac{w}{M}$, 몰 농도는 $C = \frac{n}{V}$, 몰랄 농도는 m=n_용질W_용매(kg)로 구한다.
(가)는 질량 퍼센트와 밀도가 주어졌으므로 용액의 질량부터 구하고, (나)는 몰 농도와 부피를 곱해 몰수를 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. (가)의 용액 질량은 $1.1g/mL \times 100mL = 110g$이고, A의 질량은 $110g \times 0.20 = 22g$이다. 따라서 A의 몰수는 $\frac{22}{60} = \frac{11}{30}mol$이다.
2. (가)의 용매 질량은 $110 - 22 = 88g = 0.088kg$이므로 몰랄 농도는 $\frac{11/30}{0.088} = \frac{25}{6}mol/kg$, 즉 약 $4.17m$이다.
3. (나)의 A의 몰수는 $2mol/L \times 0.100L = 0.200mol$이고, 질량은 $0.200mol \times 60g/mol = 12g$이다.
4. (다)의 A의 총몰수는 $\frac{11}{30} + \frac{1}{5} = \frac{17}{30}mol$이므로 몰 농도는 $\frac{17/30mol}{0.200L} = \frac{17}{6}mol/L$, 즉 약 $2.83M$이다. A의 총질량은 $22 + 12 = 34g$이다.

선지 판단

① O — (가)의 몰랄 농도는 약 $4.17m$이므로 $4m$보다 크다.
② O — 몰 농도는 용액의 부피를 기준으로 하므로, (나)를 냉각하면 온도에 따른 부피 변화로 몰 농도가 달라진다.
③ X — (다)의 몰 농도는 약 $2.83M$이므로 $3M$보다 크다는 표현이 틀렸다. 올바르게는 '(다)의 몰 농도는 $3M$보다 작다'이다.
④ O — (다)에 들어 있는 A의 질량은 (가)의 $22g$과 (나)의 $12g$을 합한 $34g$이다.

오답 포인트

③에서 두 용액의 농도인 20%와 $2M$를 직접 평균하면 안 된다. 농도의 종류가 서로 다르므로 각각 A의 몰수로 환산하여 더한 뒤, 혼합 용액의 전체 부피로 나누어야 한다. 또한 ②에서는 용질의 몰수가 일정해도 온도에 따라 용액의 부피가 변하면 몰 농도가 달라진다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

서로 다른 종류의 농도로 표시된 용액을 혼합할 때에는 각 용액의 용질 몰수를 같은 기준으로 환산하여 합하고, 혼합 후 전체 부피로 나누어 몰 농도를 구한다. 몰랄 농도는 용매의 질량, 몰 농도는 용액의 부피가 분모라는 차이도 함께 확인한다.

암기 포인트

혼합에서는 용질의 몰수를 먼저 더한다. 몰 농도는 온도에 따라 변할 수 있지만, 몰랄 농도는 용매의 질량을 기준으로 한다.

NoteBase

11. 〈보기 1〉의 반응식에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기 2〉에서 모두 고른 것은?

〈보기 1〉

$CH_3NH_2(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows CH_3NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$

〈보기 2〉

ㄱ. 아레니우스의 산 염기 정의에 따라 짝산, 짝염기에 대해 설명할 수 있다.
ㄴ. 물은 반응식에서 산의 역할을 한다.
ㄷ. CH_3NH_2가 $CH_3NH_3^+$로 되었으므로 CH_3NH_2는 산이다.
ㄹ. OH^-는 H_2O의 짝염기이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 메틸아민과 물 사이의 양성자 이동을 브뢴스테드·로리 산·염기와 짝산·짝염기 관계로 판단하는 문제이다.

핵심 개념

브뢴스테드·로리 산은 양성자 H^+를 주는 물질이고, 브뢴스테드·로리 염기는 양성자 H^+를 받는 물질이다. 이 반응에서 CH_3NH_2는 H^+를 받아 $CH_3NH_3^+$가 되므로 염기이고, H_2O는 H^+를 주어 OH^-가 되므로 산이다. 짝산·짝염기 쌍은 양성자 하나만큼 차이 나는 물질의 쌍이다. 따라서 $CH_3NH_2/CH_3NH_3^+$와 H_2O/OH^-가 각각 짝산·짝염기 관계를 이룬다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄴ은 옳지만 ㄱ은 옳지 않다. 전통적인 아레니우스 정의는 물에 녹아 H^+ 또는 OH^-를 내놓는 물질로 산과 염기를 설명하므로, CH_3NH_2와 H_2O 사이의 직접적인 양성자 이동을 설명하는 데 적합하지 않다. 올바르게는 ㄱ을 제외하고 ㄴ과 ㄹ을 고른다.

② X
ㄱ과 ㄷ이 모두 옳지 않다. 특히 ㄷ의 'CH_3NH_2는 산이다'가 틀린 표현이다. CH_3NH_2는 H^+를 받아 $CH_3NH_3^+$가 되므로 염기이다. 올바르게는 ㄴ과 ㄹ을 고른다.

③ O
ㄴ과 ㄹ이 모두 옳다. H_2O는 CH_3NH_2에 H^+를 주므로 산이고, OH^-는 H_2O가 H^+를 준 뒤 생긴 물질이므로 H_2O의 짝염기이다.

④ X
ㄹ은 옳지만 ㄷ은 옳지 않다. ㄷ의 'CH_3NH_2는 산이다'는 'CH_3NH_2는 염기이다'로 고쳐야 한다. 따라서 ㄷ이 아니라 ㄴ을 포함한 ㄴ, ㄹ이 옳다.

오답 포인트

ㄷ에서 반응 뒤 양전하를 띠는 $CH_3NH_3^+$가 생성되었다는 사실만 보고 CH_3NH_2를 산으로 판단하기 쉽다. 산·염기는 생성물의 전하가 아니라 H^+를 주었는지 받았는지로 구분한다. 또한 OH^-가 생성되었다는 이유만으로 이 반응 자체를 전통적인 아레니우스 정의로 설명할 수 있다고 판단하면 ㄱ을 잘못 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응물과 생성물을 비교하여 H^+를 받은 물질은 염기, H^+를 준 물질은 산으로 판단한다. 이어서 서로 H^+ 하나만큼 차이 나는 두 물질을 짝산·짝염기 쌍으로 연결한다.

암기 포인트

H^+를 주면 산, 받으면 염기이며, 산이 H^+를 주고 남은 물질은 그 산의 짝염기이다.

NoteBase

12. 〈보기〉 중 묽은 염산의 전기 분해에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

〈보기〉

ㄱ. (−)극에서 수소 기체가 발생한다.
ㄴ. (+)극에서 염소 기체가 발생한다.
ㄷ. 전기 분해가 진행되면 수용액의 pH는 점점 증가한다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 묽은 염산을 전기 분해할 때 각 전극에서 생성되는 기체와 수용액의 pH 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

(-)극에서는 수소 이온이 환원되어 수소가 생성된다: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$.
(+)극에서는 염화 이온이 산화되어 염소가 생성된다: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$.
따라서 전기 분해가 진행되면 수용액의 H^+가 소모되어 pH가 증가한다.

선지별 해설

① X — ㄱ과 ㄴ은 모두 옳지만, pH가 증가한다는 ㄷ도 옳으므로 불완전한 조합이다. 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
② X — ㄱ과 ㄷ은 모두 옳지만, (+)극에서 염소 기체가 발생한다는 ㄴ도 옳으므로 불완전한 조합이다. 'ㄱ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
③ X — ㄴ과 ㄷ은 모두 옳지만, (-)극에서 수소 기체가 발생한다는 ㄱ도 옳으므로 불완전한 조합이다. 'ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'으로 고쳐야 한다.
④ O — ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다. (-)극에서는 수소가, (+)극에서는 염소가 발생하고, (-)극에서 H^+가 소모되므로 수용액의 pH가 증가한다.

오답 포인트

전극의 부호만 보고 생성 기체를 뒤바꾸거나, 기체 발생만 판단하고 (-)극에서 H^+가 소모된다는 점을 놓치기 쉽다. 수용액의 pH 증가는 수소 이온의 환원으로 H^+의 농도가 감소한다는 점으로 판단한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

수용액 전기 분해에서는 먼저 (-)극에서 환원, (+)극에서 산화가 일어남을 확인한다. 묽은 염산에서는 (-)극의 수소 이온 환원으로 H_2, (+)극의 염화 이온 산화로 Cl_2가 생성되고, H^+가 소모되어 pH가 증가하는지를 차례로 판단한다.

암기 포인트

묽은 염산 전기 분해: (-)극에서는 H^+가 환원되어 수소가 생성되고, (+)극에서는 염소가 생성되며, H^+의 소모로 pH가 증가한다.

NoteBase

13. 0.5 M의 H_2SO_4 용액 200 mL와 0.7 M의 NaOH 용액 500 mL를 혼합시켰을 때, 〈보기〉의 (가)와 (나)에 들어갈 내용을 옳게 짝지은 것은? (단, H, O의 원자량은 각각 1, 16이다.)

〈보기〉

H_2SO_4 용액과 NaOH 용액이 혼합되어 반응이 완결된 후, 생성된 물의 양은 __(가)__ g이고, 이때 용액의 액성은 __(나)__ 이다.

	(가)	(나)
①	2.7	염기성
②	3.6	염기성
③	3.6	산성
④	5.4	산성

정답 2번

출제 포인트

황산과 수산화 나트륨의 중화 반응식에서 반응 몰비를 적용하여 생성된 물의 질량과 반응 후 용액의 액성을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 황산 수용액은 $0.5mol/L$, $200mL = 0.200L$이고, 수산화 나트륨 수용액은 $0.7mol/L$, $500mL = 0.500L$이다.
구해야 할 값: 생성된 물의 질량과 반응 후 용액의 액성이다.
주의할 조건: 황산 1 mol은 수산화 나트륨 2 mol과 반응하며 물 2 mol을 생성한다.

사용할 공식

물질의 양은 $n = CV$로 구한다. 중화 반응식은 다음과 같다.
$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$
농도와 부피로 각 반응물의 몰수를 구한 뒤, 반응식의 몰비로 한계 반응물과 물의 생성량을 결정할 수 있으므로 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 황산의 몰수는 $0.5 mol/L \times 0.200 L = 0.100 mol$이다.
2. 수산화 나트륨의 몰수는 $0.7 mol/L \times 0.500 L = 0.350 mol$이다.
3. 황산 $0.100 mol$을 완전히 중화하는 데 필요한 수산화 나트륨은 $0.200 mol$이므로, 수산화 나트륨이 $0.350 - 0.200 = 0.150 mol$ 남는다. 따라서 반응 후 용액은 염기성이다.
4. 생성되는 물은 $0.200 mol$이고 물의 몰 질량은 $2 \times 1 + 16 = 18 g/mol$이므로, 물의 질량은 $0.200 mol \times 18 g/mol = 3.6 g$이다.

선지 판단

① X — 액성을 염기성으로 판단한 것은 맞지만, 물의 질량을 2.7 g으로 제시한 부분이 틀렸다. 올바르게는 물 0.200 mol이 생성되어 질량은 $3.6 g$이다.
② O — 생성된 물의 질량은 $3.6 g$이고, 수산화 나트륨이 $0.150 mol$ 남으므로 용액은 염기성이다.
③ X — 물의 질량 $3.6 g$은 맞지만, 액성을 산성으로 제시한 부분이 틀렸다. 올바르게는 수산화 나트륨이 남으므로 염기성이다.
④ X — 물의 질량을 5.4 g, 액성을 산성으로 제시한 부분이 모두 틀렸다. 올바르게는 물의 질량이 $3.6 g$이고 용액은 염기성이다.

오답 포인트

황산의 몰수만 구한 뒤 물이 같은 몰수로 생성된다고 보면 안 된다. 반응식에서 황산과 물의 몰비는 1:2이다. 또한 산과 염기의 최초 몰수만 비교하지 않고, 황산 1 mol당 수산화 나트륨 2 mol이 필요하다는 계수비를 적용하여 남는 물질을 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

중화 계산은 반응식을 먼저 맞춘 뒤 각 용액의 몰수를 구하고, 반응 계수비로 한계 반응물·생성물의 양·남는 반응물을 차례로 판단한다. 마지막에 생성물의 몰수를 질량으로 바꾸고 남은 산 또는 염기로 액성을 결정한다.

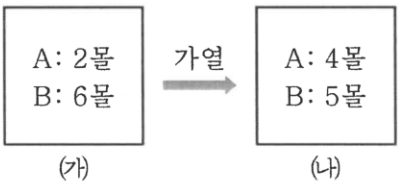
암기 포인트

$H_2SO_4 : NaOH : H_2O = 1 : 2 : 2$이며, 중화 후 남는 물질이 NaOH이면 염기성이다.

NoteBase

14. 〈보기 1〉은 평형 상태 (가)에서 부피가 1 L인 강철 용기를 가열하여 새로운 평형 상태 (나)에 도달한 것을 나타낸 것이다. 화학 반응식은 $2A(g) \rightleftarrows B(g)$이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기 2〉에서 모두 고른 것은? (단, A, B 모두 이상 기체이다.)

〈보기 1〉



〈보기 2〉

ㄱ. 정반응의 반응 엔탈피 $\Delta H < 0$이다.
ㄴ. 평형 상수는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.
ㄷ. 평형 상태에서 역반응의 속도는 (가)에서가 (나)에서보다 빠르다.

① ㄱ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

평형 혼합물의 몰수 변화로 이동 방향을 찾고, 온도 변화에 따른 반응 엔탈피·평형 상수·평형 반응 속도의 변화를 판단하는 문제이다.

조건 정리

반응식은 $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$이다. 부피가 $1L$인 같은 강철 용기에서 가열하자 A는 2몰에서 4몰로 증가하고 B는 6몰에서 5몰로 감소하였다. 이는 B 1몰이 분해되어 A 2몰이 생성되는 역반응이 우세하게 진행되었음을 뜻한다.

사용할 공식

정반응의 농도 평형 상수는 $K_c = \frac{[B]}{[A]^2}$이다. 용기 부피가 $1L$이므로 각 기체의 몰수와 몰 농도의 수치가 같다. 또한 온도를 높였을 때 평형이 이동한 방향이 흡열 방향이며, 평형 상태에서는 같은 온도에서 정반응 속도와 역반응 속도가 같다.

NoteBase

계산 과정

1. 가열 후 역반응 방향으로 평형이 이동했으므로 역반응은 흡열 반응이고 정반응은 발열 반응이다. 따라서 정반응의 $\Delta H < 0$이다.
2. (가)에서 $K_c = 6/2^2 = 3/2$이다.
3. (나)에서 $K_c = 5/4^2 = 5/16$이다. 따라서 평형 상수는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.
4. (나)는 (가)보다 온도가 높으므로 분자들의 평균 운동 에너지와 유효 충돌 빈도가 커진다. 새로운 평형에서 정반응과 역반응의 속도는 서로 같지만, 그 평형 반응 속도는 저온인 (가)보다 고온인 (나)에서 더 빠르다.

선지 판단

① O — ㄱ만 옳다. 역반응이 흡열 방향이므로 정반응은 발열 반응이고 $\Delta H < 0$이다.
② X — ㄴ이 틀렸다. K_c는 (가)에서 3/2, (나)에서 5/16이므로 '(가)에서가 더 작다'가 아니라 '(가)에서가 더 크다'가 옳다. 따라서 옳은 것은 ㄱ만이다.
③ X — ㄴ과 ㄷ이 모두 틀렸다. ㄴ은 평형 상수의 대소를 반대로 서술했고, ㄷ은 평형에서의 역반응 속도 대소를 반대로 서술했다. 올바르게는 평형 상수가 (가)에서 더 크고, 역반응 속도는 온도가 높은 (나)에서 더 빠르다. 따라서 옳은 것은 ㄱ만이다.
④ X — ㄴ과 ㄷ이 틀렸으므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳지 않다. 올바르게는 ㄱ만 옳다.

오답 포인트

가열했으므로 정반응이 흡열이라고 바로 판단하면 안 된다. 실제로 가열 후 B가 줄고 A가 늘었으므로 평형은 역반응 쪽으로 이동했고, 역반응이 흡열이다. 또 평형에서는 정반응 속도와 역반응 속도가 같다는 말은 한 평형 상태 내부의 비교이며, 온도가 다른 (가)와 (나)의 속도가 같다는 뜻은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 몰수의 증감과 반응 계수로 평형 이동 방향을 확인한다. 다음으로 가열 시 이동한 방향을 흡열 방향으로 판정하고, 평형 상수 식에 각 평형 조성을 대입한다. 반응 속도는 평형 내 정·역반응의 같음과 서로 다른 온도에서의 크기 비교를 구분한다.

암기 포인트

가열하면 흡열 방향으로 이동하고, 발열 정반응의 평형 상수는 온도가 높아질수록 작아진다. 평형에서는 정반응 속도와 역반응 속도가 같지만, 온도가 높을수록 그 동적 평형의 반응은 더 빠르게 진행된다.

NoteBase

15. 〈보기〉는 273 ℃에서 반응 물질의 초기 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. 반응물의 초기 농도 외에 조건이 동일할 때, 이 반응의 반응 속도식 v[mol/L·s]와 반응 속도 상수 k[L^2/mol^2·s]를 옳게 짝지은 것은?

〈보기〉

$2NO(g)+Br_2(g) \rightarrow 2NOBr(g)$

실험	NO의 초기 농도 [mol/L]	Br_2의 초기 농도 [mol/L]	초기 반응 속도 [mol/L·s]
1	0.10	0.10	8
2	0.10	0.20	16
3	0.10	0.30	24
4	0.20	0.10	32
5	0.30	0.10	72

	v	k
①	$k[NO][Br_2]^2$	8.0×10^3
②	$k[NO][Br_2]^2$	4.0×10^3
③	$k[NO]^2[Br_2]$	8.0×10^2
④	$k[NO]^2[Br_2]$	8.0×10^3

정답 4번

출제 포인트

초기 농도 변화에 따른 초기 반응 속도의 비를 이용하여 각 반응물의 반응 차수를 정하고, 속도 상수를 계산하는 문제이다.

조건 정리

실험 1과 2에서는 $[NO]$가 일정하고 $[Br_2]$가 2배가 될 때 초기 반응 속도도 2배가 된다.
실험 1과 4에서는 $[Br_2]$가 일정하고 $[NO]$가 2배가 될 때 초기 반응 속도는 4배가 된다.
구해야 할 것은 반응 속도식과 속도 상수 k이다.

사용할 공식

일반적인 반응 속도식을 $v = k[NO]^m[Br_2]^n$으로 둔다. 한 반응물의 농도만 달라진 두 실험을 비교하면 그 반응물의 차수를 정할 수 있다. 속도 상수는 $k = \frac{v}{[NO]^2[Br_2]}$로 계산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 실험 1과 2를 비교하면 $[Br_2]$가 2배일 때 v도 2배이므로 $2^n = 2$, 따라서 $n = 1$이다.
2. 실험 1과 4를 비교하면 $[NO]$가 2배일 때 v는 4배이므로 $2^m = 4$, 따라서 $m = 2$이다.
3. 반응 속도식은 $v = k[NO]^2[Br_2]$이다.
4. 실험 1의 값을 대입하면 $k = \frac{8}{(0.10)^2(0.10)} = 8.0 \times 10^3\,\mathrm{L^2 mol^{-2} s^{-1}}$이다.

선지 판단

① X — $[NO]$의 차수를 1, $[Br_2]$의 차수를 2로 뒤바꾼 속도식이다. 올바르게는 $v = k[NO]^2[Br_2]$이다.
② X — 반응 차수를 뒤바꾼 속도식이며, 속도 상수도 4.0×10^3이 아니다. 올바르게는 $v = k[NO]^2[Br_2]$, $k = 8.0 \times 10^3\,\mathrm{L^2 mol^{-2} s^{-1}}$이다.
③ X — 속도식은 맞지만 속도 상수 8.0×10^2가 틀리다. 올바르게는 $k = 8.0 \times 10^3\,\mathrm{L^2 mol^{-2} s^{-1}}$이다.
④ O — $v = k[NO]^2[Br_2]$이고 $k = 8.0 \times 10^3\,\mathrm{L^2 mol^{-2} s^{-1}}$이므로 두 값이 모두 옳다.

오답 포인트

농도를 2배로 했을 때 속도가 4배가 되는 반응물이 2차이다. 이 문제에서는 NO가 2차이고 Br_2가 1차이므로 두 지수를 뒤바꾸면 ①과 ②처럼 오답이 된다. 또한 $(0.10)^2(0.10) = 0.001$이므로 지수 계산을 잘못하면 ③의 8.0×10^2를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

한 반응물의 농도만 변한 실험끼리 비교하여 농도 배수와 속도 배수를 맞춘 뒤 반응 차수를 정한다. 완성한 속도식에 한 실험의 값을 대입하여 k를 구하고, 마지막으로 단위를 검산한다.

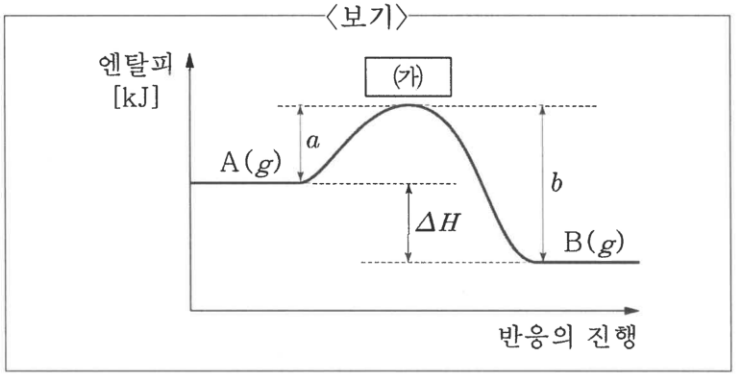
암기 포인트

농도 2배에서 속도 2배이면 1차, 속도 4배이면 2차이다. 이 문항은 NO 2차, Br_2 1차, $k = 8.0 \times 10^3$이다.

NoteBase

16. 〈보기〉는 반응의 진행에 따른 엔탈피 변화를 나타낸 그래프이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉



① 정반응의 반응 엔탈피 $\Delta H < 0$이다.
② 정반응은 흡열 반응이다.
③ 반응 중 생성된 화합물 (가)는 매우 안정한 상태이다.
④ 정반응의 활성화 에너지가 역반응의 활성화 에너지보다 크다.

정답 1번

출제 포인트

반응 엔탈피는 생성물과 반응물의 엔탈피 차이이고, 활성화 에너지는 각 출발 상태에서 전이 상태인 봉우리까지의 에너지 차이이다. 그래프에서 $B(g)$의 엔탈피가 $A(g)$보다 낮으므로 정반응의 ΔH는 음수이다.

선지별 해설

① O — 생성물 $B(g)$의 엔탈피가 반응물 $A(g)$보다 낮다. 따라서 $\Delta H = H_B - H_A < 0$이므로 옳다.
② X — '정반응은 흡열 반응이다'가 틀렸다. 생성물의 엔탈피가 더 낮아 정반응에서 에너지가 방출되므로, 올바르게는 '정반응은 발열 반응이다'이다.
③ X — '(가)는 매우 안정한 상태이다'가 틀렸다. (가)는 반응 경로에서 엔탈피가 가장 높은 전이 상태인 활성화 착물로, 매우 불안정하다. 올바르게는 '(가)는 매우 불안정한 활성화 착물이다'이다.
④ X — '정반응의 활성화 에너지가 역반응의 활성화 에너지보다 크다'가 틀렸다. 정반응의 활성화 에너지는 a, 역반응의 활성화 에너지는 b이고 그래프에서 $a < b$이다. 올바르게는 '정반응의 활성화 에너지가 역반응의 활성화 에너지보다 작다'이다.

오답 포인트

봉우리의 절대 높이만 보고 활성화 에너지를 비교하면 안 된다. 정반응은 $A(g)$에서, 역반응은 $B(g)$에서 각각 봉우리까지의 높이를 재므로 이 그래프에서는 $a < b$이다. 또한 봉우리의 (가)는 안정한 생성물이 아니라 순간적으로 형성되는 불안정한 전이 상태이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 생성물과 반응물의 높이를 비교해 ΔH의 부호와 발열·흡열 여부를 정한다. 그다음 각 반응의 출발점에서 봉우리까지의 높이를 재어 정반응과 역반응의 활성화 에너지를 비교한다.

암기 포인트

생성물이 더 낮으면 발열·$\Delta H < 0$이고, 활성화 에너지는 '각 출발점에서 봉우리까지'이다.

NoteBase

17. 초기 질량이 200 g인, $NH_3(g)$와 $CO_2(g)$ 혼합물이 있다. 이 기체 혼합물에 20 mol의 $O_2(g)$를 〈보기〉와 같이 반응시켜 6 mol의 산소가 남았다. NH_3가 모두 반응했을 때, 반응 후 CO_2의 질량[g]은? (단, 〈보기〉의 반응을 제외한 추가적인 반응은 없으며, H, N, O의 원자량은 각각 1, 14, 16이다.)

〈보기〉

$$4NH_3(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4NO_2(g) + 6H_2O(g)$$

① 23 ② 37
③ 57 ④ 64

정답 4번

출제 포인트

반응 전후 산소의 몰수 차이와 반응식의 몰비로 초기 암모니아의 양을 구한 뒤, 혼합물의 초기 질량에서 이산화 탄소의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 혼합물의 초기 질량은 $200g$, 넣은 산소는 $20mol$, 남은 산소는 $6mol$이다.
구해야 할 값: 반응 후 CO_2의 질량이다.
주의할 조건: NH_3는 모두 반응하고, 제시된 반응 외에 추가 반응은 없으므로 CO_2의 질량은 반응 전후에 변하지 않는다.

사용할 공식

산소의 반응량은 $20 - 6 = 14mol$이다. 반응식 $4NH_3 + 7O_2 \rightarrow 4NO_2 + 6H_2O$에서 $NH_3 : O_2 = 4 : 7$이므로, 초기 암모니아의 몰수는 $14 \times \frac{4}{7}$로 구한다. 암모니아와 이산화 탄소의 몰수를 각각 x, y라 하면 초기 질량 관계는 $17x + 44y = 200$이다. 이 식을 쓰는 이유는 혼합물의 초기 질량이 두 기체의 질량 합이고, 몰 질량이 각각 $17g/mol$, $44g/mol$이기 때문이다.

계산 과정

1. 반응한 산소는 $20 - 6 = 14mol$이다.
2. 반응식의 몰비를 적용하면 초기 암모니아는 $x = 14 \times \frac{4}{7} = 8mol$이다.
3. 암모니아의 초기 질량은 $8 \times 17 = 136g$이다.
4. 이산화 탄소의 초기 질량은 $200 - 136 = 64g$이다. 추가 반응이 없으므로 반응 후 이산화 탄소의 질량도 $64g$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 23은 계산 결과인 64*g*과 다르다. ①의 잘못된 값 23은 올바르게는 64이다.
② X — 37은 계산 결과인 64*g*과 다르다. ②의 잘못된 값 37은 올바르게는 64이다.
③ X — 57은 계산 결과인 64*g*과 다르다. ③의 잘못된 값 57은 올바르게는 64이다.
④ O — 반응 후 CO_2의 질량은 64*g*이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

넣은 산소 20*mol*을 모두 반응량으로 사용하면 안 된다. 실제 반응한 산소는 남은 6*mol*을 뺀 14*mol*이다. 또한 반응식에 CO_2가 없으므로, 반응 후 이산화 탄소의 양을 반응식의 계수비로 구하는 것이 아니라 초기 혼합물의 질량 차로 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 반응 계산에서는 먼저 투입량에서 잔량을 빼 실제 반응량을 구하고, 반응식의 몰비로 반응물의 몰수를 정한 뒤, 몰 질량과 전체 질량을 이용해 나머지 성분의 질량을 계산한다. 반응식에 참여하지 않는 성분은 추가 반응이 없다면 반응 전후의 양이 그대로이다.

암기 포인트

실제 반응량은 투입량에서 잔량을 뺀 값이며, 반응식 밖의 성분은 추가 반응이 없으면 그대로 남는다.

NoteBase

18. 〈보기〉는 주기율표의 ⊠친 부분에 위치하는 원소 A~E에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, A~E는 임의의 원소 기호이다.)

〈보기〉

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
2	⊠					⊠	⊠	
3	⊠						⊠	

(가) A의 바닥상태 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈의 개수는 6개이다.
(나) A와 B는 같은 족 원소이고, B와 C는 같은 주기 원소이다.
(다) 바닥상태 원자의 홀전자 수는 D가 E보다 크다.

① A보다 E의 원자 반지름이 작다.
② E는 2주기 원소이다.
③ B와 D는 같은 주기 원소이다.
④ C의 원자 번호는 9이다.

정답 2번

출제 포인트

주기율표의 위치와 바닥상태 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈 수 및 홀전자 수를 함께 이용해 A~E를 정하는 문제이다. 조건을 적용하면 A=Na, B=Li, C=F, D=O, E=Cl이다.

선지별 해설

① O - A는 Na, E는 Cl이다. 두 원소는 같은 3주기이고 원자 반지름은 같은 주기에서 오른쪽으로 갈수록 작아지므로 Cl의 원자 반지름은 Na보다 작다.
② X - E는 Cl이므로 3주기 원소이다. 틀린 표현인 'E는 2주기 원소이다'는 'E는 3주기 원소이다'로 고쳐야 한다.
③ O - B는 Li, D는 O이며 둘 다 2주기 원소이다.
④ O - C는 F이며 F의 원자 번호는 9이다.

오답 포인트

(가)만으로 A=Na를 정한 뒤 (나)와 (다)를 연쇄적으로 적용해야 한다. O는 홀전자가 2개이고 F와 Cl은 각각 1개이므로 D=O가 되고, C=F와 E=Cl이 확정된다. C와 E가 모두 17족이라는 점만 보고 두 원소의 주기를 바꾸어 판단하면 ②를 놓치기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 표시 위치의 실제 원소를 적고, 전자가 들어 있는 오비탈 수로 A를 확정한다. 이어 같은 족·같은 주기 조건으로 B와 C의 후보를 좁힌 뒤 홀전자 수를 비교해 D와 E를 정한다. 마지막에 확정된 원소의 주기, 원자 번호, 원자 반지름의 주기성을 선지에 대입한다.

암기 포인트

같은 주기에서는 원자 반지름이 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 작아진다. 바닥상태 홀전자 수는 O가 2개, F와 Cl이 각각 1개이다.

NoteBase

19. 표준 상태 25 ℃, 1기압에서 〈보기〉는 몇 가지 결합의 결합 에너지를 나타낸 것이다. 〈보기〉를 이용하여 구한 $H_2O(g)$의 표준 생성 엔탈피($\Delta H_f°$)의 값[kJ/mol]은?

〈보기〉

구분	결합		
	H−H	O=O	O−H
결합 에너지 [kJ/mol]	436	499	463

① +240.5 ② −240.5
③ +482.5 ④ −482.5

정답 2번

출제 포인트

평균 결합 에너지를 이용하여 기체 상태 물 1몰이 생성될 때의 표준 생성 엔탈피를 구하는 문제이다.

조건 정리

반응식: $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$
끊는 결합: $H-H$ 결합 1개, $O=O$ 결합 $\frac{1}{2}$개
형성하는 결합: $O-H$ 결합 2개
구해야 할 값은 $H_2O(g)$ 1몰의 표준 생성 엔탈피이다.

사용할 공식

Δ H=Σ E(끊는 결합)-Σ E(형성하는 결합)
결합을 끊을 때는 에너지를 흡수하고 결합을 형성할 때는 에너지를 방출하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 반응물의 결합을 끊는 데 필요한 에너지는 $436 + \frac{1}{2} \times 499 = 685.5kJ/mol$이다.
2. 물의 $O-H$ 결합 2개를 형성할 때 방출되는 에너지의 크기는 $2 \times 463 = 926kJ/mol$이다.
3. 따라서 $\Delta H_f^\circ = 685.5 - 926 = -240.5kJ/mol$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $+240.5kJ/mol$은 계산된 엔탈피 변화의 부호를 반대로 쓴 값이다. 발열 반응이므로 올바른 값은 $-240.5kJ/mol$이다.
② O — 결합을 끊는 에너지에서 결합 형성 에너지를 빼면 $-240.5kJ/mol$이므로 옳다.
③ X — $+482.5kJ/mol$은 부호와 1몰 기준을 모두 충족하지 않는다. 표준 생성 엔탈피는 물 1몰 생성 기준이므로 올바른 값은 $-240.5kJ/mol$이다.
④ X — $-482.5kJ/mol$은 물 1몰 기준의 계산값이 아니다. 반응식을 2배 하면 반응 엔탈피는 $-481.0kJ$이지만, 물 1몰당 표준 생성 엔탈피는 $-240.5kJ/mol$이다.

오답 포인트

결합 형성 에너지를 더하거나, 형성 에너지에서 해리 에너지를 빼면 부호가 반대로 나온다. 또한 H_2O 한 분자에는 $O-H$ 결합이 2개 있으며, 표준 생성 엔탈피는 물 1몰 생성 기준이라는 점을 놓치면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 생성물 1몰 기준으로 반응식을 맞춘 뒤, 끊는 결합의 에너지 합에서 형성하는 결합의 에너지 합을 빼고 부호와 몰 기준을 검산한다.

암기 포인트

결합 에너지법은 '끊는 데 흡수한 에너지 - 만들며 방출한 에너지'이며, 결합 형성이 더 크면 $\Delta H < 0$인 발열 반응이다.

NoteBase

20. 〈보기〉는 25 ℃에서 아세트산(CH_3COOH), 탄산(H_2CO_3), 황화 수소(H_2S)의 이온화 반응식과 산의 이온화 상수(K_a)를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 25 ℃에서 물의 이온화 상수 K_w는 1.0×10^{-14}이다.)

〈보기〉

(가) $CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$, $K_a = 1.8\times10^{-5}$

(나) $H_2CO_3 + H_2O \rightleftarrows HCO_3^- + H_3O^+$, $K_a = 4.4\times10^{-7}$

(다) $H_2S + H_2O \rightleftarrows HS^- + H_3O^+$, $K_a = 1.0\times10^{-7}$

① HS^-의 염기의 이온화 상수(K_b)는 1.0×10^{-7}보다 크다.

② HCO_3^-의 짝산은 H_3O^+이다.

③ CH_3COO^-의 염기의 이온화 상수(K_b)는 1.8×10^{-9}이다.

④ H_2O는 세 반응에서 모두 염기로 작용한다.

정답 4번

출제 포인트

산·염기 반응에서 짝산-짝염기 관계를 구분하고, 짝산과 짝염기의 이온화 상수 관계인 $K_aK_b = K_w$를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$, $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$, $K_a(H_2CO_3) = 4.4 \times 10^{-7}$, $K_a(H_2S) = 1.0 \times 10^{-7}$이다.

구해야 할 내용: 각 음이온의 짝산과 염기 이온화 상수, 그리고 세 반응에서 물의 역할이다.

주의할 조건: 산이 물에 양성자 H^+를 주어 H_3O^+를 만들므로, 제시된 세 반응에서 물은 모두 양성자를 받는 염기이다.

사용할 공식

짝산 HA와 짝염기 A^- 사이에는 다음 관계가 성립한다.

$K_a(HA)K_b(A^-) = K_w$

따라서 $K_b(A^-) = K_w/K_a(HA)$이다. 한편 어떤 종에 양성자 H^+ 하나를 더한 종이 그 종의 짝산이다.

NoteBase

계산 과정

1. HS^-의 짝산은 H_2S이므로 $K_b(HS^-) = (1.0 \times 10^{-14})/(1.0 \times 10^{-7}) = 1.0 \times 10^{-7}$이다.
2. HCO_3^-에 양성자 하나를 더하면 H_2CO_3이 되므로, HCO_3^-의 짝산은 H_2CO_3이다.
3. CH_3COO^-의 짝산은 CH_3COOH이므로
$K_b(CH_3COO^-) = (1.0 \times 10^{-14})/(1.8 \times 10^{-5}) = 5.6 \times 10^{-10}$이다.
4. 세 반응 모두 물이 산으로부터 양성자를 받아 H_3O^+가 되므로 물은 염기로 작용한다.

선지 판단

① X — HS^-의 K_b는 1.0×10^{-7}보다 큰 것이 아니라 정확히 1.0×10^{-7}이다. 올바르게는 'HS^-의 염기 이온화 상수는 1.0×10^{-7}이다'이다.
② X — HCO_3^-의 짝산은 H_3O^+가 아니라, HCO_3^-에 양성자 하나가 결합한 H_2CO_3이다. 올바르게는 'HCO_3^-의 짝산은 H_2CO_3이다'이다.
③ X — CH_3COO^-의 K_b는 K_w/K_a로 구하므로 5.6×10^{-10}이다. 올바르게는 'CH_3COO^-의 염기 이온화 상수는 약 5.6×10^{-10}이다'이다.
④ O — 세 반응에서 H_2O는 모두 산으로부터 양성자를 받아 H_3O^+가 되므로 브뢴스테드-로우리 염기이다.
따라서 가장 옳은 것은 ④이다.

오답 포인트

①은 '크다'와 '같다'를 구분하지 않으면 틀리기 쉽다. ②는 같은 반응식에 있다는 이유만으로 H_3O^+를 HCO_3^-의 짝산으로 잘못 연결한 선지이다. 짝산-짝염기는 양성자 하나만큼 차이 나며, 같은 산-염기 반응에는 두 쌍의 짝산-짝염기가 존재한다. ③은 K_a와 K_b를 곱하거나 단순히 계수만 바꾸는 것이 아니라 $K_b = K_w/K_a$로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 양성자 하나를 주고받는 종끼리 짝산-짝염기 쌍을 만든다. 짝염기의 세기가 필요하면 $K_b = K_w/K_a$를 적용하고, 반응에서 양성자를 받은 종은 염기, 준 종은 산으로 판단한다.

암기 포인트

짝산과 짝염기는 H^+ 하나 차이이고, 한 짝산-짝염기 쌍에서는 $K_aK_b = K_w$이다.

NoteBase