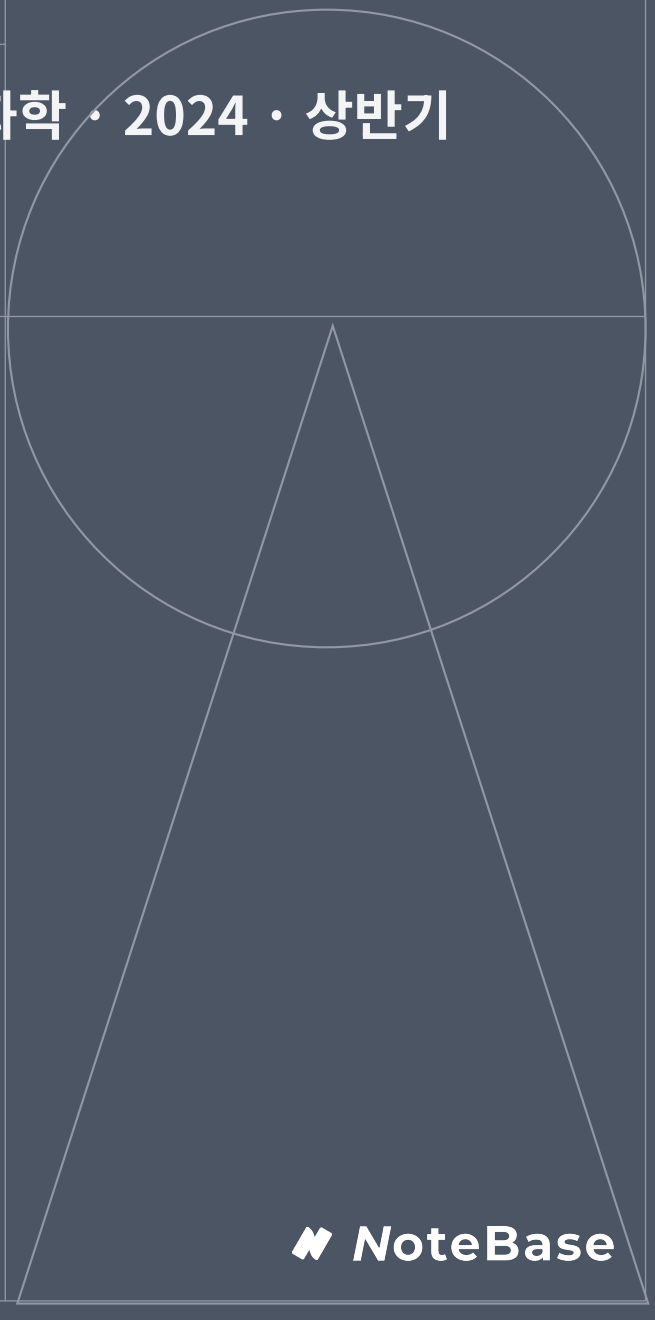
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2024 · 상반기



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2024 · 상반기

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2024 · 상반기

문 1. 다음 <보기>는 화학반응식을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>

(가) $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2(¤) + 3CO_2$

(나) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2(¤)$

(다) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow (¤) + 2H_2O$

(라) $6H_2O + 6CO_2 \rightarrow (¤) + 6O_2$

① ㉠은 화합물이다.

② ㉡은 분자이며, 원소이다.

③ ㉡, ㉢, ㉣은 분자이다.

④ ㉢, ㉣은 모두 같은 종류의 원소로 구성된 화합물이다.

정답 3번

출제 포인트

화학 반응식의 계수와 원자 수 보존을 이용해 ㉠~㉣을 구한 뒤, 각 물질이 원소·화합물·분자 중 어디에 해당하는지 구분하는 문제이다.

핵심 개념

원소는 한 종류의 원자로 이루어진 물질이고, 화합물은 두 종류 이상의 원소가 일정한 비율로 결합한 물질이다.
분자는 원자들이 결합하여 물질의 성질을 나타내는 독립된 입자이다.
반응식을 완성하면 ㉠은 Fe, ㉡은 NH_3, ㉢은 CO_2, ㉣은 $C_6H_{12}O_6$이다. 따라서 ㉠은 원소이고, ㉡·㉢·㉣은 모두 분자이면서 화합물이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㉠은 Fe이므로 한 종류의 원자로 이루어진 원소이다. 틀린 표현은 '화합물'이며, 올바르게는 '㉠은 원소이다'이다.
② X — ㉡은 NH_3이므로 분자이지만 질소와 수소로 이루어진 화합물이다. 틀린 표현은 '원소'이며, 올바르게는 '㉡은 분자이며 화합물이다'이다.
③ O — ㉡ NH_3, ㉢ CO_2, ㉣ $C_6H_{12}O_6$은 모두 원자들이 결합한 분자이다.
④ X — ㉢ CO_2는 탄소와 산소로, ㉣ $C_6H_{12}O_6$는 탄소·수소·산소로 이루어져 구성 원소의 종류가 서로 같지 않다. 틀린 표현은 '모두 같은 종류의 원소로 구성된'이며, 올바르게는 '㉢과 ㉣은 구성 원소의 종류는 다르지만 모두 화합물이다'이다.

오답 포인트

'분자'와 '원소'를 서로 배타적인 분류로 생각하면 ②를 고르기 쉽다. 분자는 입자의 형태에 관한 분류이고, 원소·화합물은 구성 원소의 종류 수에 관한 분류이므로 NH_3처럼 분자이면서 화합물인 물질이 있다. 또한 ④에서는 두 물질에 공통으로 탄소와 산소가 들어 있다는 사실과 구성 원소의 종류가 완전히 같다는 것을 혼동하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응 전후의 원자 수를 맞추어 미지 물질의 화학식을 확정한다. 그다음 구성 원소가 한 종류이면 원소, 두 종류 이상이면 화합물로 구분하고, 독립된 원자 집단을 이루는지도 별도로 판단한다.

암기 포인트

원소·화합물은 '원소 종류의 수', 분자는 '결합한 독립 입자인가'로 구분한다. Fe는 원소, NH_3·CO_2·$C_6H_{12}O_6$는 분자이면서 화합물이다.

NoteBase

문 2. 다음 <보기>의 계산 결과값 ㉠을 유효숫자에 가장 맞게 나타낸 것은?

<보기>

$21 - 13.84 = (㉠)$

① 7

② 7.1

③ 7.16

④ 7.2

정답 1번

출제 포인트

유효숫자의 덧셈·뺄셈에서는 유효숫자의 총개수가 아니라 소수점 아래 자릿수가 가장 적은 수에 맞추어 결과를 반올림한다.

조건 정리

주어진 계산은 $21 - 13.84$이다. 21은 소수점 아래 자릿수가 0자리이고, 13.84는 2자리이므로 계산 결과는 소수점 아래 0자리, 즉 일의 자리까지 나타낸다.

사용할 원리

덧셈·뺄셈의 유효숫자 처리 원리는 결과를 소수점 아래 자릿수가 가장 적은 측정값의 자리까지 반올림하는 것이다. 곱셈·나눗셈처럼 유효숫자의 개수에 맞추는 규칙을 적용하지 않는다.

계산 과정

먼저 반올림하지 않고 계산하면 다음과 같다.

$21 - 13.84 = 7.16$

21의 마지막 유효 자리가 일의 자리이므로 7.16을 일의 자리까지 반올림하면 7이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 7.16을 일의 자리까지 반올림한 값이 7이므로 옳다.
② X — ‘7.1’은 소수 첫째 자리까지 남긴 값이어서 자릿수 기준에 맞지 않는다. 올바르게는 일의 자리까지 반올림한 7이다.
③ X — ‘7.16’은 계산기의 미반올림 결과를 그대로 적은 값이다. 올바르게는 21의 자릿수 정밀도에 맞추어 7로 나타낸다.
④ X — ‘7.2’는 결과를 유효숫자 2개에 맞춘 값으로, 곱셈·나눗셈 규칙을 잘못 적용한 것이다. 올바르게는 덧셈·뺄셈의 소수점 자릿수 규칙을 적용한 7이다.

오답 포인트

④의 7.2는 21의 유효숫자가 2개라는 점만 보고 곱셈·나눗셈 규칙을 적용할 때 고르기 쉽다. 덧셈·뺄셈에서는 유효숫자 개수가 아니라 마지막으로 믿을 수 있는 소수점 자리를 비교한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연산 종류를 먼저 확인한다. 덧셈·뺄셈이면 각 수의 소수점 아래 자릿수를 비교하고, 계산을 끝낸 뒤 가장 적은 자릿수에 맞추어 한 번만 반올림한다.

암기 포인트

덧셈·뺄셈은 소수점 자리, 곱셈·나눗셈은 유효숫자 개수에 맞춘다.

NoteBase

문 3. 고온에서 34 g의 암모니아가 들어있는 시료를 159.1 g의 CuO와 반응시킬 때 N_2의 이론적인 수득량으로 가장 가까운 값은? (단, 원자량은 N=14, O=16, H=1, Cu=63.55로 가정한다)

① 28 g

② 18.48 g

③ 14 g

④ 9.24 g

정답 2번

출제 포인트

균형 반응식으로 반응물의 몰수를 비교하여 한계 반응물을 찾고, 그 물질을 기준으로 N_2의 이론적 수득량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 암모니아 $34g$, CuO $159.1g$이다.
몰 질량: $NH_3 = 17g/mol$, $CuO = 79.55g/mol$, $N_2 = 28g/mol$이다.
구해야 할 값: 한계 반응물을 모두 반응시켰을 때 생성되는 N_2의 질량이다.

사용할 공식

균형 반응식은 $2NH_3 + 3CuO \rightarrow N_2 + 3Cu + 3H_2O$이다.
물질량은 $n = m/M$으로 구하고, 생성물의 몰수는 균형 반응식의 계수비로 환산한다. 두 반응물이 함께 주어졌으므로 먼저 각 물질의 몰수를 계수로 나누어 한계 반응물을 결정해야 한다.

계산 과정

1. 암모니아의 몰수는 $34g/(17g/mol) = 2mol$이다.
2. CuO의 몰수는 $159.1g/(79.55g/mol) = 2mol$이다.
3. 반응 진행 가능량을 비교하면 NH_3는 $2/2 = 1$, CuO는 $2/3$이므로 CuO가 한계 반응물이다.
4. 반응식에서 $3mol$의 CuO가 $1mol$의 N_2를 생성하므로, N_2는 $2 \times (1/3) = 2/3mol$ 생성된다.
5. 이론적 수득량은 $(2/3mol) \times (28g/mol) = 18.67g$이다. 따라서 가장 가까운 값은 $18.48g$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $28g$은 암모니아 $2mol$이 모두 반응하여 N_2 $1mol$이 생성된다고 본 값이지만, 실제로는 CuO가 먼저 소모된다. 올바르게는 CuO를 기준으로 약 $18.67g$을 얻는다.
② O — 계산값 $18.67g$과 가장 가까운 값이 $18.48g$이므로 옳다.
③ X — $14g$은 계산된 N_2의 물질량 $2/3mol$에 대응하지 않는다. 올바르게는 $(2/3mol) \times (28g/mol) = 18.67g$으로 계산한다.
④ X — $9.24g$도 균형 반응식의 $CuO : N_2 = 3 : 1$ 몰비를 적용한 값이 아니다. 올바르게는 $2mol$의 CuO에서 $2/3mol$의 N_2, 즉 약 $18.67g$이 생성된다.

오답 포인트

①의 $28g$은 암모니아만 기준으로 계산할 때 나오는 값이다. 반응물이 둘 이상 주어지면 양이 적어 보이는 물질을 고르는 것이 아니라, 각 몰수를 반응계수로 나눈 값을 비교하여 한계 반응물을 찾아야 한다. 또한 계산값과 선지가 조금 다르더라도 문제에서 '가장 가까운 값'을 묻는다는 점을 반영한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식을 먼저 맞춘 뒤 각 반응물에 대해 '몰수 ÷ 반응계수'를 계산한다. 이 값이 가장 작은 물질을 한계 반응물로 정하고, 그 물질의 몰수에서 생성물의 몰수와 질량을 차례로 구한다.

암기 포인트

한계 반응물은 '질량이 작은 물질'이 아니라 '몰수 ÷ 계수가 작은 물질'이다.

NoteBase

문 4. 전기를 생산하는 원료로 석탄을 사용하는데, 이때 석탄에는 많은 양의 황(S)을 함유하고 있다. 다음 화합물 중 대기 또는 수질오염 유발물질이 아닌 것으로 가장 옳은 것은?

① 이산화황(SO_2)

② 삼산화황(SO_3)

③ TBM(tert-butylmercaptan, $C_4H_{10}S$)

④ 황산(H_2SO_4)

정답 3번

출제 포인트

석탄에 들어 있는 황이 연소·산화될 때 생기는 오염 관련 물질과 연료가스의 누출을 알아차리게 하는 부취제를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

황 산화물: 황이 연소하면 주로 이산화황(SO_2)이 생기며, 대기 중에서 더 산화되어 삼산화황(SO_3)이 될 수 있다. 이들은 물과 반응하여 산성 물질을 만들고 대기오염과 산성비를 유발한다.
황산: 삼산화황이 물과 반응하여 생성되는 강산으로, 황산 미스트와 산성비 및 수계 산성화에 관련된다.
TBM: tert-butylmercaptan($C_4H_{10}S$)의 약자로, 강한 냄새를 이용해 LPG나 천연가스의 누출을 감지하도록 첨가하는 부취제이다. 이 문항에서 묻는 석탄 연소에 따른 황 산화물·황산 계열의 오염 유발물질에 해당하지 않는다.

선지별 해설

① X — 이산화황(SO_2)은 황을 함유한 석탄이 연소할 때 발생하는 대표적인 대기오염물질이며, 산성비의 원인 물질이다. '오염 유발물질이 아니다'라는 분류가 틀렸으며, 올바르게는 대기오염 유발물질이다.
② X — 삼산화황(SO_3)은 이산화황이 대기 중에서 산화되어 생길 수 있고, 물과 반응하여 황산을 형성하므로 대기오염과 산성비에 관련된다. '오염 유발물질이 아니다'라는 분류가 틀렸으며, 올바르게는 오염 유발물질이다.
③ O — TBM은 강한 냄새로 연료가스의 누출을 쉽게 감지하게 하는 부취제로 사용된다. 이 문항의 맥락에서 석탄의 황이 연소하여 생기는 대기·수질오염 유발물질이 아니므로 정답이다.
④ X — 황산(H_2SO_4)은 대기 중 황 산화물의 반응으로 생성되어 산성비·황산 미스트를 만들고 수계를 산성화할 수 있다. '오염 유발물질이 아니다'라는 분류가 틀렸으며, 올바르게는 대기 또는 수질오염 유발물질이다.

오답 포인트

TBM에도 황 원소가 들어 있다는 점만 보고 황 산화물과 같은 계열로 판단하기 쉽다. 그러나 이 문항의 구별 기준은 황의 포함 여부가 아니라 석탄 연소의 산화 생성물인지, 연료가스에 냄새를 내기 위해 넣는 부취제인지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 석탄 속 황의 변화 경로를 $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$로 연결한다. 이 경로에 속하는 물질은 대기오염·산성비·수계 산성화와 관련되고, TBM은 누출 감지용 부취제로 따로 분류한다.

암기 포인트

석탄의 황은 SO_2·SO_3·H_2SO_4 오염 계열, TBM은 가스 누출 감지용 냄새 물질이다.

NoteBase

문 5. 다음 화합물($C_{20}H_{32}ClN$)의 불포화도는 얼마인가?

① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 3번

출제 포인트

분자식에 질소와 할로젠이 함께 있을 때 불포화도 공식을 정확히 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 분자식: $C_{20}H_{32}ClN$
구해야 할 값: 불포화도
주의할 조건: 질소 원자 1개는 수소 수를 1개 늘리는 효과로, 할로젠인 염소 원자 1개는 수소 원자 1개와 같은 방식으로 반영한다.

사용할 공식

탄소 수를 C, 수소 수를 H, 질소 수를 N, 할로젠 수를 X라고 하면 불포화도는 다음과 같다.
$\text{DBE} = \frac{2C + 2 + N - H - X}{2}$
이 공식은 분자식으로부터 고리와 다중 결합의 총 불포화 정도를 구하며, 질소와 할로젠의 원자가 차이를 함께 보정한다.

계산 과정

분자식에서 $C = 20, H = 32, N = 1, X = 1$이다.
$\text{DBE} = \frac{2(20) + 2 + 1 - 32 - 1}{2} = \frac{10}{2} = 5$
따라서 불포화도는 5이다.

선지 판단

① X — 3은 계산 결과 5와 일치하지 않는다. 올바른 값은 5이다.
② X — 4는 계산 결과 5와 일치하지 않는다. 올바른 값은 5이다.
③ O — 공식에 탄소 20개, 수소 32개, 질소 1개, 염소 1개를 대입하면 불포화도는 5이다.
④ X — 6은 계산 결과 5와 일치하지 않는다. 올바른 값은 5이다.

NoteBase

오답 포인트

질소의 $+N$ 항이나 할로젠의 $-X$ 항을 빠뜨리기 쉽다. 특히 염소를 별도의 원소로 무시하지 않고 수소와 같은 방식으로 세며, 질소는 반대로 1을 더해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자식에서 탄소·수소·질소·할로젠의 개수를 먼저 센 뒤 $2C + 2 + N - H - X$를 계산하고 마지막에 2로 나눈다.

암기 포인트

불포화도 계산에서는 질소는 더하고, 할로젠은 수소처럼 뺀다.

NoteBase

문 6. 다음 <보기>와 같은 전자 배치를 갖는 원자(㉠, ㉡, ㉢)가 있다.
일차 이온화에너지가 큰 것에서 작은 것으로 순서가 가장 옳게 나열된 것은?

<보기>
㉠ $1s^2 2s^2 2p^6$
㉡ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
㉢ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

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

정답 2번

출제 포인트

전자 배치로 원소를 판별하고, 원자가전자의 주양자수와 유효 핵전하를 이용해 일차 이온화에너지의 크기를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

일차 이온화에너지는 기체 상태의 중성 원자에서 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 에너지이다.
㉠은 $1s^2 2s^2 2p^6$인 Ne, ㉡은 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$인 Na, ㉢은 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$인 Mg이다.
Ne은 안정한 닫힌 전자껍질을 가지므로 세 원자 중 일차 이온화에너지가 가장 크다. Na와 Mg는 같은 3주기 원소이며, Mg가 Na보다 유효 핵전하가 커서 최외각 전자를 더 강하게 끌어당긴다. 따라서 크기 순서는 ㉠(Ne) > ㉢(Mg) > ㉡(Na)이다.

선지별 해설

① X — ㉡을 ㉢보다 앞에 둔 순서가 틀렸다. 같은 3주기에서는 Mg인 ㉢의 일차 이온화에너지가 Na인 ㉡보다 크므로, 올바른 순서는 ㉠, ㉢, ㉡이다.
② O — Ne인 ㉠이 가장 크고, 같은 3주기에서는 Mg인 ㉢이 Na인 ㉡보다 크므로 ㉠, ㉢, ㉡의 순서가 맞다.
③ X — Na인 ㉡을 가장 앞에 둔 순서가 틀렸다. ㉡은 최외각의 $3s^1$ 전자 1개를 잃기 쉬워 세 원자 중 일차 이온화에너지가 가장 작으며, 올바른 순서는 ㉠, ㉢, ㉡이다.
④ X — Mg인 ㉢을 Ne인 ㉠보다 앞에 둔 순서가 틀렸다. 닫힌 전자껍질을 가진 Ne인 ㉠의 일차 이온화에너지가 가장 크므로, 올바른 순서는 ㉠, ㉢, ㉡이다.

NoteBase

오답 포인트

㉠을 단순히 전자껍질 수가 적은 원자로만 보는 데서 그치거나, ㉡과 ㉢이 모두 3주기라는 이유로 둘의 순서를 혼동하기 쉽다. ①의 ㉠, ㉡, ㉢은 Na와 Mg의 순서를 거꾸로 놓은 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전자 배치로 원소와 주기를 판별한다. 서로 다른 주기에서는 최외각 전자의 전자껍질과 차폐 효과를 살피고, 같은 주기에서는 대체로 오른쪽 원소일수록 유효 핵전하가 커져 일차 이온화에너지가 커진다고 판단한다. 닫힌 전자껍질을 가진 비활성 기체는 특히 크다.

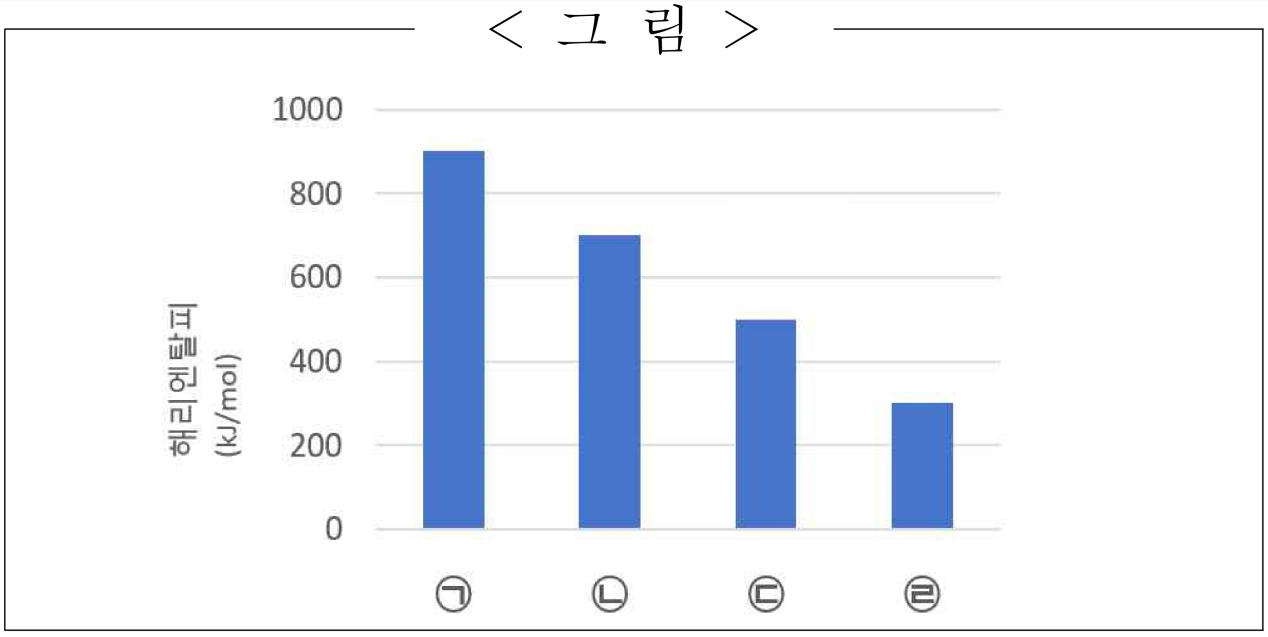
암기 포인트

Ne은 닫힌 껍질로 가장 크고, 3주기에서는 Mg가 Na보다 크다: Ne > Mg > Na.

NoteBase

문 7. 다음 <그림>은 4종류의 염화 알킬(CH_3Cl, CH_3CH_2Cl, $(CH_3)_2CHCl$, $(CH_3)_3CCl$)이 기체상에서 해리되어 탄소 양이온을 형성할 때의 치환 형태에 따른 해리엔탈피 도표이다. 다음 <보기>에서 이에 대한 설명으로 옳은 것은 모두 몇 개인가?

< 그 림 >



<보기>

(가) ㉠은 CH_3Cl이다.

(나) 화합물 ㉢은 화합물 ㉡보다 안정하다.

(다) ㉠과 ㉡의 해리엔탈피 차이는 유발효과로 설명할 수 있다.

(라) ㉢과 ㉣의 해리엔탈피 차이는 하이퍼콘쥬게이션(hyperconjugation)으로 설명할 수 있다.

① 1개

② 2개

③ 3개

④ 4개

정답 4번

출제 포인트

염화 알킬의 해리엔탈피 도표에서 탄소 양이온의 치환도를 판별하고, 알킬기의 유발효과와 하이퍼콘쥬게이션이 탄소 양이온을 안정화하는 원리를 적용하는 문제이다.

NoteBase

자료 읽는 순서

1. 세로축은 기체상 해리엔탈피이며, 막대의 높이는 ㉠ > ㉡ > ㉢ > ㉣ 순이다.
2. 탄소 양이온이 안정할수록 이를 생성하는 데 필요한 해리엔탈피가 작아진다.
3. 따라서 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣은 각각 CH_3Cl, CH_3CH_2Cl, $(CH_3)_2CHCl$, $(CH_3)_3CCl$에 대응한다.

핵심 근거

(가) O. ㉠은 해리엔탈피가 가장 크므로 가장 불안정한 메틸 탄소 양이온을 생성하는 CH_3Cl이다.
(나) O. ㉡은 1차, ㉢은 2차 탄소 양이온을 생성하며, 알킬 치환도가 큰 2차 탄소 양이온이 1차 탄소 양이온보다 안정하다.
(다) O. ㉠과 ㉡의 차이는 메틸기가 전자를 밀어 주어 양전하를 안정화하는 유발효과로 설명할 수 있다.
(라) O. ㉢이 만드는 2차 탄소 양이온보다 ㉣이 만드는 3차 탄소 양이온에서 인접한 $C-H$ 결합의 하이퍼콘쥬게이션이 더 많이 가능하므로 해리엔탈피가 더 작다.
따라서 옳은 설명은 (가)~(라)의 4개이다.

선지별 해설

① X. 옳은 설명은 1개가 아니라 (가)~(라) 4개이므로, 올바르게는 '4개'이다.
② X. 옳은 설명은 2개가 아니라 (가)~(라) 4개이므로, 올바르게는 '4개'이다.
③ X. 옳은 설명은 3개가 아니라 (가)~(라) 4개이므로, 올바르게는 '4개'이다.
④ O. (가), (나), (다), (라)가 모두 옳으므로 옳은 설명은 4개이다.

오답 포인트

막대가 높을수록 탄소 양이온이 안정하다고 거꾸로 해석하기 쉽다. 이 도표의 세로축은 안정도 자체가 아니라 해리에 필요한 엔탈피이므로, 해리엔탈피가 작을수록 생성되는 탄소 양이온이 더 안정하다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 막대 높이를 해리엔탈피의 크기로 읽고, '탄소 양이온의 안정성 증가 → 해리엔탈피 감소'를 적용한다.
그다음 탄소 양이온의 안정성 순서인 3차 > 2차 > 1차 > 메틸을 각 막대에 대응시켜 보기를 하나씩 판정한다.

암기 포인트

탄소 양이온은 알킬 치환도가 클수록 유발효과와 하이퍼콘쥬게이션으로 안정해지며, 안정할수록 해리엔탈피는 작아진다.

NoteBase

문 8. “$aA + bB \rightarrow C$”인 반응이 있다. 위 반응에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 반응속도는 A, B의 농도에 의존한다.

② 활성화에너지가 낮아지면 반응속도는 감소한다.

③ 촉매는 반응속도에 영향을 준다.

④ 압력이 증가하면 반응속도는 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

반응물의 농도와 압력, 활성화에너지, 촉매가 반응속도에 미치는 영향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

반응속도는 단위 시간 동안 반응물 또는 생성물의 농도가 변하는 정도이다. 반응물의 농도가 높아지면 충돌 빈도가 커지고, 활성화에너지가 낮아지면 반응에 성공하는 입자의 비율이 커져 반응속도가 증가한다. 촉매는 활성화에너지가 더 낮은 반응 경로를 제공한다.
반응속도식은 일반적으로 $v = k[A]^m[B]^n$으로 나타내며, 반응차수 m, n은 반응식의 계수 a, b와 반드시 같지는 않고 실험으로 결정한다.

선지별 해설

① O — 반응속도식 $v = k[A]^m[B]^n$에서 보듯이 반응속도는 반응물 A와 B의 농도에 의존한다. 다만 농도 지수인 반응차수는 실험으로 정한다.
② X — 틀린 표현은 ‘활성화에너지가 낮아지면 반응속도는 감소한다’이다. 같은 온도에서 활성화에너지가 낮아지면 활성화 장벽을 넘는 입자가 많아지므로 반응속도는 증가한다.
③ O — 촉매는 활성화에너지가 더 낮은 반응 경로를 제공하므로 속도상수와 반응속도에 영향을 준다. 촉매는 반응 전후의 평형 조성 자체를 바꾸지는 않는다.
④ O — 기체 반응에서 온도가 일정할 때 압력이 증가하면 단위 부피당 반응물 입자 수와 충돌 빈도가 커져 반응속도가 증가한다.

오답 포인트

②는 활성화에너지가 낮아지면 반응이 느려진다고 방향을 거꾸로 제시한 선지이다. 활성화에너지는 반응에 필요한 최소 에너지 장벽이므로 낮을수록 반응은 빨라진다. 또한 반응식의 계수 a, b를 반응차수와 곧바로 같다고 보아서는 안 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응속도 영향 요인은 유효 충돌의 수로 판단한다. 농도·기체 압력의 증가는 충돌 빈도를 높이고, 온도 상승·활성화에너지 감소·촉매 사용은 반응에 성공하는 충돌의 비율을 높인다.

암기 포인트

농도·기체 압력은 충돌을 늘리고, 촉매는 활성화에너지를 낮춘다. 활성화에너지가 낮아지면 반응속도는 증가한다.

NoteBase

문 9. 다음 <보기>의 물질 중 끓는점이 낮은 화합물에서 높은 화합물의 순서로 가장 옳게 나열한 것은?

<보기>
㉠ H_2O ㉡ BI_3 ㉢ C_2H_6 ㉣ NH_3

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

정답 4번

출제 포인트

분자 사이 인력의 종류와 세기를 비교하여 끓는점의 순서를 판단하는 문제이다. 수소 결합 여부뿐 아니라 분자의 크기와 전자구름의 분극성도 함께 고려해야 한다.

핵심 개념

끓는점은 액체 분자들을 서로 떼어 내는 데 필요한 에너지가 클수록 높아진다. 따라서 분자 사이 인력이 강할수록 끓는점이 높다.
㉢ C_2H_6: 비극성의 작은 분자로, 비교적 약한 런던 분산력만 작용한다.
㉣ NH_3: 분자 사이에 수소 결합이 작용하므로 C_2H_6보다 끓는점이 높다.
㉠ H_2O: 강한 수소 결합의 그물 구조를 형성하므로 NH_3보다 끓는점이 높다.
㉡ BI_3: 비극성 분자이지만 크고 분극되기 쉬운 전자구름 때문에 런던 분산력이 매우 강하여 네 물질 중 끓는점이 가장 높다.
따라서 낮은 순서는 ㉢ < ㉣ < ㉠ < ㉡이다.

선지별 해설

① X — ㉢ < ㉣까지는 맞지만 ㉡과 ㉠의 순서가 바뀌었다. BI_3의 큰 전자구름에서 생기는 강한 분산력 때문에 ㉡의 끓는점이 ㉠보다 높다. 올바른 전체 순서는 ㉢, ㉣, ㉠, ㉡이다.
② X — ㉡을 가장 낮게 둔 부분이 틀렸다. BI_3는 분극성이 커서 분산력이 매우 강하므로 가장 뒤에 와야 한다. 올바른 전체 순서는 ㉢, ㉣, ㉠, ㉡이다.
③ X — ㉣을 ㉢보다 앞에 둔 것과 ㉡을 ㉠보다 앞에 둔 것이 모두 틀렸다. 작은 비극성 분자인 C_2H_6의 끓는점이 NH_3보다 낮고, BI_3의 끓는점은 H_2O보다 높다. 올바른 전체 순서는 ㉢, ㉣, ㉠, ㉡이다.
④ O — C_2H_6의 약한 분산력, NH_3의 수소 결합, H_2O의 더 강한 수소 결합 그물, BI_3의 매우 강한 분산력을 차례로 반영한 순서이다.

NoteBase

오답 포인트

수소 결합이 있으면 언제나 비극성 분자보다 끓는점이 높다고 단정하면 ㉠과 ㉡의 순서를 틀리기 쉽다. 분자가 매우 크고 전자구름의 분극성이 크면 비극성 분자라도 런던 분산력이 강해질 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 수소 결합 가능 여부를 확인하고, 그다음 분자의 크기와 전자 수에 따른 분극성을 비교한다. 작은 비극성 분자는 대체로 낮고, 수소 결합 분자는 높으며, 매우 크고 분극성이 큰 분자는 강한 분산력 때문에 더 높아질 수 있다.

암기 포인트

작은 비극성 ㉢ < 수소 결합 ㉣ < 강한 수소 결합 그물 ㉠ < 큰 전자구름 ㉡이다.

NoteBase

문 10. 두 개의 methyl기가 치환된 dimethylcyclohexane이 ㉠~㉣과 같은 구조를 갖고 있을 때, 다음 <보기>에서 가장 안정한 형태를 나타내는 구조는?

< 보 기 >

	시스/트랜스 이치환양식	축방향(a)/적도방향(e) 관계
㉠	cis-1,2-dimethylcyclohexane	a, e
㉡	trans-1,2-dimethylcyclohexane	e, e
㉢	trans-1,2-dimethylcyclohexane	a, a
㉣	cis-1,3-dimethylcyclohexane	a, a

① ㉠
② ㉡
③ ㉢
④ ㉣

정답 2번

출제 포인트

의자형 cyclohexane에서는 부피가 큰 methyl기가 축방향(a)보다 적도방향(e)에 있을 때 1,3-diaxial 상호작용이 줄어 더 안정하다. 따라서 표에서 두 methyl기가 모두 e인 구조를 찾는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㉠의 cis-1,2-dimethylcyclohexane은 a, e 배치이므로 methyl기 하나가 축방향에 있어 1,3-diaxial 상호작용을 받는다. 가장 안정한 구조라는 판단이 틀렸으며, 제시된 구조 중에는 두 methyl기가 모두 e인 ㉡이 더 안정하다.
② O — ㉡의 trans-1,2-dimethylcyclohexane은 e, e 배치이다. 두 methyl기가 모두 적도방향에 있어 축방향 methyl기에 의한 1,3-diaxial 상호작용이 최소이므로 제시된 네 구조 중 가장 안정하다.
③ X — ㉢의 trans-1,2-dimethylcyclohexane은 a, a 배치여서 두 methyl기가 모두 축방향에 놓인다. 가장 안정한 형태가 아니며, 고리 뒤집기를 하면 두 methyl기가 모두 e인 ㉡의 e, e 형태가 되어 더 안정하다.
④ X — ㉣의 cis-1,3-dimethylcyclohexane은 a, a 배치여서 두 methyl기가 모두 축방향에 놓인다. 가장 안정한 형태가 아니며, 고리 뒤집기를 하면 e, e 배치가 되어 더 안정하다.

오답 포인트

cis/trans 명칭만 보고 안정성을 판단하면 안 된다. 이 문항의 실제 판단 기준은 각 methyl기가 a와 e 중 어디에 놓이는가이며, ㉢과 ㉣은 입체관계가 달라도 모두 a, a라서 불안정하다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 치환기의 a/e 배치를 세고, 축방향에 놓인 큰 치환기가 가장 적은 의자형을 고른다. 동일한 methyl기 두 개라면 e, e가 a, e보다 안정하고, a, e는 a, a보다 안정하다.

암기 포인트

큰 치환기는 e를 선호하며, methyl기 두 개는 e, e 배치가 가장 안정하다.

NoteBase

문 11. 표준상태에서 암모니아(NH_3) 51 g을 합성하는데 필요한 질소(N_2)의 최소부피(L)는 얼마인가? (단, 원자량은 N=14, H=1이며, 표준상태에서 기체 1몰의 부피는 22.4 L, 전환율은 100%로 가정한다)

① 11.2

② 22.4

③ 33.6

④ 44.8

정답 3번

출제 포인트

암모니아 합성 반응식의 몰비를 이용해 필요한 질소의 몰수를 구하고, 표준상태의 몰부피로 질소의 부피를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 암모니아의 질량은 $51g$, 암모니아의 몰질량은 $17g/mol$, 표준상태에서 기체 1몰의 부피는 $22.4L$이다.
구해야 할 값: 암모니아 $51g$을 합성하는 데 필요한 질소의 최소부피이다.
주의할 조건: 전환율이 100%이므로 반응식의 화학량론적 몰비를 그대로 적용한다.

사용할 공식

반응식은 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$이다. 따라서 질소와 암모니아의 몰비는 $1 : 2$이다.
$n(NH_3) = \frac{m}{M}, \qquad n(N_2) = \frac{1}{2}n(NH_3)$
$V(N_2) = n(N_2) \times 22.4L/mol$
질소 1몰이 암모니아 2몰을 생성하고, 표준상태에서 기체의 부피는 몰수에 $22.4L/mol$을 곱해 구하므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

1. 암모니아의 몰질량은 $14 + 3 \times 1 = 17g/mol$이다.
2. 생성할 암모니아의 몰수는 $51g \div 17g/mol = 3mol$이다.
3. 반응식에서 $N_2 : NH_3 = 1 : 2$이므로 필요한 질소는 $3mol \times \frac{1}{2} = 1.5mol$이다.
4. 표준상태에서 질소의 부피는 $1.5mol \times 22.4L/mol = 33.6L$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 11.2L는 질소 0.5mol에 해당하여 암모니아를 최대 1mol = 17g만 생성할 수 있다. 필요한 최소부피는 33.6L이다.
② X — 22.4L는 질소 1mol에 해당하여 암모니아를 최대 2mol = 34g만 생성할 수 있다. 필요한 최소부피는 33.6L이다.
③ O — 33.6L는 질소 1.5mol에 해당하고, 암모니아 3mol = 51g을 정확히 생성한다.
④ X — 44.8L는 질소 2mol에 해당하여 암모니아 4mol = 68g을 생성할 수 있는 양이므로 최소부피가 아니다. 최소부피는 33.6L이다.

오답 포인트

암모니아 3mol을 구한 뒤 이를 그대로 질소의 몰수로 보면 안 된다. 균형 반응식에서 질소 1몰이 암모니아 2몰을 만들므로 질소의 몰수는 암모니아 몰수의 절반이다. 또한 ④는 반응 가능한 양이지만 문제에서 묻는 최소부피보다 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량을 몰수로 바꾸고, 균형 반응식의 계수비로 필요한 반응물의 몰수를 구한 다음, 주어진 상태의 몰부피를 곱해 기체 부피를 계산한다. 마지막에는 요구량을 충족하는 최소값인지 확인한다.

암기 포인트

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$: 질소 몰수는 생성할 암모니아 몰수의 절반이다.

NoteBase

문 12. 다음 <보기>는 ㉠에 관한 설명이다. 이것을 분리할 수 있는 방법(㉡)으로 가장 옳은 것은?

원자번호는 같지만 질량수가 다른 원자

① ㉠: 동소체, ㉡: 전자수의 차이
② ㉠: 동소체, ㉡: 확산속도의 차이
③ ㉠: 동위원소, ㉡: 전자수의 차이
④ ㉠: 동위원소, ㉡: 확산속도의 차이

정답 4번

출제 포인트

원자번호와 질량수로 동위원소를 판별하고, 동위원소의 질량 차이를 이용한 분리 방법을 고르는 문제이다.

핵심 개념

동위원소는 원자번호는 같지만 질량수가 다른 원자이다. 원자번호가 같으므로 중성 원자의 전자수는 같지만, 질량이 달라 확산속도와 같은 물리적 성질에는 차이가 생긴다. 따라서 기체 상태에서 나타나는 확산속도의 차이를 이용하여 동위원소를 분리할 수 있다.
동소체는 같은 원소로 이루어졌지만 원자의 배열이나 결합 방식이 달라 성질이 다른 홑원소 물질이다.

선지별 해설

① X — ㉠을 '동소체'라고 한 부분과 ㉡을 '전자수의 차이'라고 한 부분이 모두 틀리다. 올바르게는 ㉠은 동위원소이며, 중성인 동위원소끼리는 전자수가 같으므로 전자수 차이로 분리하지 않는다.
② X — ㉡의 '확산속도의 차이'는 옳지만 ㉠의 '동소체'가 틀리다. 올바르게는 원자번호가 같고 질량수가 다른 원자는 동위원소이다.
③ X — ㉠의 '동위원소'는 옳지만 ㉡의 '전자수의 차이'가 틀리다. 같은 원소의 중성 동위원소는 원자번호가 같아 전자수도 같으며, 올바르게는 질량에 따른 확산속도의 차이를 이용한다.
④ O — ㉠은 동위원소이고, 질량수가 달라 생기는 확산속도의 차이를 이용하여 분리할 수 있다.

오답 포인트

'질량수가 다르다'를 전자수의 차이로 연결하는 것이 함정이다. 동위원소의 질량수 차이는 중성자수 차이에서 생기며, 원자번호와 중성 원자의 전자수는 같다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자번호가 같고 질량수가 다르면 먼저 동위원소로 판정한다. 이어 같은 원소의 중성 원자는 전자수가 같다는 점을 확인하고, 분리 방법은 질량 차이가 만드는 확산속도 등 물리적 성질의 차이에서 찾는다.

NoteBase

암기 포인트

동위원소는 원자번호·전자수는 같고 질량수·중성자수는 다르며, 질량에 따른 확산속도 차이로 분리한다.

NoteBase

문 13. 다음 <보기>의 화학반응식에서 계수 m과 n의 합으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$mP_4O_{10} + nH_2O \rightarrow xH_3PO_4$

① 4

② 5

③ 7

④ 11

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반응 전후의 각 원소 원자 수가 같아지도록 화학반응식의 최소 정수 계수를 정한 뒤 $m + n$을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응식은 $mP_4O_{10} + nH_2O \rightarrow xH_3PO_4$이다. 구해야 할 값은 최소 정수 계수에서의 $m + n$이다. P, H, O의 원자 수를 반응물과 생성물에서 각각 같게 맞춘다.

사용할 원리

화학반응식은 질량 보존 법칙에 따라 반응 전후 각 원소의 원자 수가 같아야 한다. 따라서 P 원자 수에서 $x = 4m$, H 원자 수에서 $2n = 3x$의 관계를 세운다.

계산 과정

1. P 원자 수를 맞추면 $4m = x$이다.
2. H 원자 수를 맞추면 $2n = 3x = 12m$이므로 $n = 6m$이다.
3. 가장 작은 정수 계수인 $m = 1$을 대입하면 $n = 6$, $x = 4$이다. O 원자 수도 좌변 $10 + 6 = 16$, 우변 $4 \times 4 = 16$으로 일치한다.
4. 따라서 $m + n = 1 + 6 = 7$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 4는 생성물의 계수 x이며 $m+n$이 아니다. 올바르게는 $m+n=7$이다.
② X — 5는 $m+x=1+4$에 해당하며 문제에서 요구한 합이 아니다. 올바르게는 $m+n=7$이다.
③ O — 최소 정수 계수는 $m:n:x=1:6:4$이므로 $m+n=7$이다.
④ X — 11은 모든 계수의 합 $m+n+x=1+6+4$이며 문제에서 요구한 값이 아니다. 올바르게는 $m+n=7$이다.

오답 포인트

계수를 모두 맞춘 뒤 요구값이 $m+n$임을 놓치면 $x=4$, $m+x=5$, 또는 전체 계수의 합 $m+n+x=11$을 고르기 쉽다. 이 문항은 계수 결정뿐 아니라 마지막에 어떤 계수의 합을 묻는지도 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학반응식의 계수 문제는 한 원소씩 원자 수 보존식을 세우고, 계수비를 가장 작은 정수비로 만든 다음, 문제에서 요구한 계수만 골라 계산한다. 마지막에는 남은 원소의 원자 수도 일치하는지 검산한다.

암기 포인트

원자 수 보존 → 최소 정수비 → 요구한 계수만 계산한다. 이 반응의 계수비는 1 : 6 : 4이다.

NoteBase

문 14. 다음 중 카르노 사이클(carnot cycle)의 가역 과정 순으로 가장 옳은 것은?

① 등온팽창 → 단열팽창 → 등온압축 → 단열압축

② 등온팽창 → 단열팽창 → 단열압축 → 등온압축

③ 등온팽창 → 등온압축 → 단열팽창 → 단열압축

④ 등온팽창 → 등온압축 → 단열압축 → 단열팽창

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 카르노 열기관을 이루는 두 등온 과정과 두 단열 과정의 진행 순서를 묻는 문제이다.

올바른 순서

1. 등온팽창 — 고온 열원에서 열을 흡수하면서 일정한 고온을 유지하고 팽창한다.
2. 단열팽창 — 열의 출입 없이 계속 팽창하며 온도가 고온에서 저온으로 내려간다.
3. 등온압축 — 저온 열원으로 열을 방출하면서 일정한 저온을 유지하고 압축된다.
4. 단열압축 — 열의 출입 없이 압축되며 온도가 저온에서 고온으로 올라가 처음 상태로 돌아간다.

왜 이 순서인가: 고온 등온팽창 뒤에는 저온 등온압축을 시작할 수 있도록 단열팽창으로 온도를 낮춰야 하고, 저온 등온압축 뒤에는 다시 고온 등온팽창을 시작할 수 있도록 단열압축으로 온도를 높여야 한다.

선지별 해설

① O — 등온팽창 → 단열팽창 → 등온압축 → 단열압축은 카르노 열기관의 네 가역 과정이 진행되는 정확한 순서이다.

② X — 틀린 부분은 단열팽창 뒤에 단열압축을 배치하고 등온압축을 마지막에 둔 것이다. 단열팽창으로 저온에 도달한 뒤에는 먼저 저온에서 등온압축해야 한다. 올바르게는 등온팽창 → 단열팽창 → 등온압축 → 단열압축이다.

③ X — 틀린 부분은 등온팽창 직후에 등온압축을 배치한 것이다. 고온의 등온팽창에서 저온의 등온압축으로 넘어가려면 먼저 단열팽창으로 온도를 낮춰야 한다. 올바르게는 등온팽창 → 단열팽창 → 등온압축 → 단열압축이다.

④ X — 틀린 부분은 등온팽창 직후에 등온압축을 두고, 그 뒤 단열압축과 단열팽창의 순서도 바꾼 것이다. 등온팽창 뒤에는 단열팽창, 등온압축 뒤에는 단열압축이 이어져야 한다. 올바르게는 등온팽창 → 단열팽창 → 등온압축 → 단열압축이다.

NoteBase

오답 포인트

등온 과정끼리 또는 단열 과정끼리 연달아 놓는 선지가 함정이다. 카르노 열기관에서는 등온 과정과 단열 과정이 번갈아 나타나며, 팽창 두 단계가 먼저 진행된 뒤 압축 두 단계가 진행된다.

다시 나오면 이렇게 판단

카르노 열기관은 팽창에서 압축으로 진행 방향을 잡고, 각 구간을 등온 → 단열 순으로 배치한다. 따라서 등온팽창 → 단열팽창 → 등온압축 → 단열압축으로 판단한다.

암기 포인트

등단등단, 팽팽압압: 등온·단열이 번갈아 나오고 팽창 두 번 뒤 압축 두 번이 이어진다.

NoteBase

문 15. 다음 <보기>의 열화학 반응식에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

<보기>

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 393.5\text{kJ}$

① 흡열반응이다.

② $C(s)$의 연소열(ΔH)은 -393.5 kJ이다.

③ $CO_2(g)$의 분해열(ΔH)은 393.5 kJ이다.

④ 반응물이 생성물보다 에너지 함량이 많다.

정답 1번

출제 포인트

열화학 반응식에서 열의 위치를 보고 발열·흡열 반응, 반응 엔탈피의 부호, 반응물과 생성물의 에너지 관계를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

발열 반응은 반응 과정에서 열을 방출하는 반응이며, 열이 생성물 쪽에 표시되고 반응 엔탈피 ΔH는 음수이다. 이 반응에서는 탄소 1 mol이 완전 연소할 때 393.5 kJ의 열을 방출하므로 $\Delta H = -393.5\text{kJ}$이다. 역반응인 이산화탄소의 분해는 같은 양의 열을 흡수하므로 $\Delta H = +393.5\text{kJ}$이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '흡열반응이다'이다. 열 393.5 kJ가 생성물 쪽에 있으므로 열을 방출하는 발열 반응이다.
② O — $C(s)$ 1 mol이 연소하면서 393.5 kJ를 방출하므로 연소 반응의 ΔH는 -393.5kJ이다.
③ O — $CO_2(g)$의 분해는 제시된 반응의 역반응이므로 ΔH의 부호가 바뀌어 $+393.5\text{kJ}$이다.
④ O — 발열 반응에서는 방출된 열만큼 생성물의 에너지가 낮아지므로 반응물이 생성물보다 393.5 kJ만큼 높은 에너지를 가진다.

오답 포인트

반응식 오른쪽의 393.5 kJ를 단순히 양의 값으로 보고 흡열 반응으로 판단하기 쉽다. 열이 생성물 쪽에 있으면 열을 방출한 것이므로 정반응의 ΔH는 음수이고, 역반응에서만 부호가 양수로 바뀐다.

다시 나오면 이렇게 판단

열이 생성물 쪽이면 발열 반응 · $\Delta H < 0$ · 반응물의 에너지가 더 높다는 세 관계를 함께 적용한다. 반응을 거꾸로 쓰면 열의 위치와 ΔH의 부호도 함께 반대로 바뀐다.

NoteBase

암기 포인트

열이 오른쪽이면 발열 · $\Delta H < 0$, 열이 왼쪽이면 흡열 · $\Delta H > 0$이다.

NoteBase

문 16. 다음 <보기>는 촉매에 대한 설명이다. 옳은 것은 모두 몇 개인가?

<보기>
㉠ 촉매는 반응 경로를 바꾼다.
㉡ 촉매는 반응열을 변화시킨다.
㉢ 촉매는 정반응 속도만 빠르게 한다.
㉣ 촉매는 활성화에너지에 영향을 준다.

① 1개
② 2개
③ 3개
④ 4개

정답 2번

출제 포인트

촉매가 반응 경로와 활성화에너지에는 영향을 주지만 반응열과 평형에는 영향을 주지 않으며, 정반응과 역반응을 모두 빠르게 한다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

촉매는 활성화에너지가 더 낮은 새로운 반응 경로를 제공하여 반응 속도를 높이는 물질이다. 촉매는 반응 전후에 재생되며 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열 ΔH을 바꾸지 않는다. 또한 정반응과 역반응의 활성화에너지를 모두 낮추므로 두 반응을 모두 빠르게 하지만 평형의 위치나 평형상수는 바꾸지 않는다.

보기 판단

㉠ O — 촉매는 활성화에너지가 더 낮은 다른 반응 경로를 제공한다.
㉡ X — 틀린 표현은 '반응열을 변화시킨다'이다. 올바르게는 촉매가 반응 경로와 활성화에너지는 바꾸지만 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열은 바꾸지 않는다.
㉢ X — 틀린 표현은 '정반응 속도만'이다. 올바르게는 촉매가 정반응과 역반응의 속도를 모두 빠르게 한다.
㉣ O — 촉매는 새로운 반응 경로를 제공하여 활성화에너지를 낮춘다.
따라서 옳은 것은 ㉠과 ㉣의 2개이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 옳은 설명은 1개가 아니라 ㉠과 ㉣의 2개이다. 올바르게는 '2개'이다.
② O — 옳은 설명은 ㉠과 ㉣로 모두 2개이므로 정답이다.
③ X — 옳은 설명은 3개가 아니라 2개이다. 올바르게는 '2개'이다.
④ X — 옳은 설명은 4개가 아니라 2개이다. 올바르게는 '2개'이다.

오답 포인트

㉡에서는 활성화에너지와 반응열을 혼동하기 쉽고, ㉢에서는 촉매가 원하는 정반응만 빠르게 한다고 오해하기 쉽다. 촉매가 바꾸는 것은 반응 경로와 활성화에너지이며, 반응열은 바꾸지 않고 정반응과 역반응을 모두 빠르게 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

촉매 관련 선지는 '반응 경로 변경·활성화에너지 감소·정역반응 모두 가속'이면 옳고, '반응열 변경·평형 이동·한쪽 반응만 가속'이면 틀린 것으로 판단한다.

암기 포인트

촉매는 경로와 속도는 바꾸지만 반응열과 평형은 바꾸지 않는다.

NoteBase

문 17. 60 ℃ 질산칼륨(KNO_3) 포화 수용액 418 g을 10 ℃로 냉각시키면 몇 g의 결정이 석출되는가? (단, 물에 대한 질산칼륨의 용해도(g/물100 g)는 60 ℃에서 109, 10 ℃에서 22이다)

① 44 g

② 87 g

③ 131 g

④ 174 g

정답 4번

출제 포인트

포화 수용액의 질량과 용해도로부터 물의 질량을 구한 뒤, 온도 하강에 따른 용해도 감소량으로 석출되는 결정의 질량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

60 ℃에서 질산칼륨의 용해도는 물 100g당 109g이므로 포화 수용액 209g은 물 100g과 질산칼륨 109g으로 이루어진다. 주어진 포화 수용액은 418g이므로 이 비율의 2배이다. 냉각 과정에서 물의 증발은 없다고 본다.

사용할 공식

석출 질량=물의 질량100×(고온 용해도-저온 용해도)
용해도는 물 100g을 기준으로 표시되므로, 먼저 용액 전체가 아니라 용액 속 물의 질량을 구해야 한다.

계산 과정

1. 418/209 = 2이므로 물의 질량은 100 × 2 = 200g, 처음 녹아 있던 질산칼륨은 109 × 2 = 218g이다.
2. 10 ℃에서 물 200g에 녹아 있을 수 있는 질산칼륨은 22 × 2 = 44g이다.
3. 따라서 석출되는 결정은 218 − 44 = 174g이다.

선지 판단

① X — 44g은 10 ℃에서 물 200g에 남아 녹아 있는 질산칼륨의 질량이지 석출량이 아니다. '결정이 44g 석출된다'는 표현은 '결정이 174g 석출된다'로 고쳐야 한다.
② X — 87g은 물 100g당 용해도 감소량 109 − 22만 계산한 값이다. 실제 물은 200g이므로 2배를 적용한 174g이 석출된다.
③ X — 131g은 처음 녹아 있던 218g에서 물 100g 기준의 용해도 감소량 87g만 잘못 뺀 값이다. '결정이 131g 석출된다'는 표현은 '결정이 174g 석출된다'로 고쳐야 한다.
④ O — 처음 녹아 있던 218g에서 10 ℃에 남아 녹는 44g을 빼면 174g의 결정이 석출된다.

NoteBase

오답 포인트

용해도는 용액 100g이 아니라 물 100g에 녹는 용질의 질량이다. ①은 냉각 후 녹아 있는 양을 석출량으로 착각한 것이고, ②와 ③은 실제 물의 질량이 200g이라는 점을 반영하지 않은 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화 수용액의 전체 질량을 '물+용질'의 비로 나누어 물의 질량을 먼저 구하고, 그 물의 질량에 고온과 저온의 용해도 차를 적용한다.

암기 포인트

용해도 기준은 물 100g이며, 냉각 석출량은 물의 질량에 용해도 감소량을 비례 적용한 값이다.

NoteBase

문 18. 다음 <보기>는 오비탈(orbital)에 대한 설명이다. ㉠~㉢에 해당하는 양자수의 명칭이 가장 옳게 짝지어진 것은?

<보기>
㉠ 오비탈의 공간적인 방향을 결정하는 양자수
㉡ 전자의 운동방향에 따라 결정되는 양자수
㉢ 오비탈의 에너지 준위를 결정하는 양자수

① ㉠: 주양자수, ㉡: 부양자수, ㉢: 자기양자수
② ㉠: 주양자수, ㉡: 방위양자수, ㉢: 스핀양자수
③ ㉠: 자기양자수, ㉡: 방위양자수, ㉢: 주양자수
④ ㉠: 자기양자수, ㉡: 스핀양자수, ㉢: 주양자수

정답 4번

출제 포인트

오비탈과 전자의 상태를 나타내는 주양자수, 방위양자수, 자기양자수, 스핀양자수의 역할을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

주양자수 n: 전자가 속한 주된 에너지 준위(전자껍질)를 나타낸다.
방위양자수 l: 오비탈의 모양 또는 부껍질을 나타낸다. 부양자수라고도 한다.
자기양자수 m_l: 오비탈의 공간적 방향을 나타낸다.
스핀양자수 m_s: 전자의 두 가지 스핀 방향을 나타낸다.
따라서 ㉠은 자기양자수, ㉡은 스핀양자수, ㉢은 주양자수이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠을 '주양자수', ㉡을 '부양자수', ㉢을 '자기양자수'라고 한 부분이 모두 틀렸다. 올바르게는 ㉠ 자기양자수, ㉡ 스핀양자수, ㉢ 주양자수이다.

② X
㉠을 '주양자수', ㉡을 '방위양자수', ㉢을 '스핀양자수'라고 한 부분이 모두 틀렸다. 올바르게는 ㉠ 자기양자수, ㉡ 스핀양자수, ㉢ 주양자수이다.

③ X
㉠ 자기양자수와 ㉢ 주양자수는 맞지만, ㉡을 '방위양자수'라고 한 부분이 틀렸다. 전자의 운동방향에 따라 결정되는 ㉡은 스핀양자수이다.

④ O
공간적 방향은 자기양자수, 전자의 두 스핀 방향은 스핀양자수, 오비탈의 주된 에너지 준위는 주양자수에 대응하므로 세 연결이 모두 옳다.

오답 포인트

'공간적인 방향'을 주양자수의 에너지 준위나 방위양자수의 오비탈 모양과 혼동하기 쉽다. 또한 ㉡의 '운동방향'은 오비탈의 공간적 방향이 아니라 전자의 스핀 방향을 뜻한다.

다시 나오면 이렇게 판단

에너지 준위는 주양자수, 오비탈 모양은 방위양자수, 오비탈의 공간적 방향은 자기양자수, 전자의 스핀 방향은 스핀양자수로 대응시킨다.

암기 포인트

주ㅡ에너지, 방위ㅡ모양, 자기ㅡ공간 방향, 스핀ㅡ전자 스핀 방향으로 구별한다.

NoteBase

문 19. 황화수소(H_2S)는 다음 <보기>의 두 단계로 이온화한다. 반응(㉠)의 평형상수를 K_1, 반응(㉡)의 평형상수를 K_2라고 할 때 전체 평형상수(K)는 얼마인가?

<보기>

$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$ ㉠

$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$ ㉡

① $K_1 \cdot K_2$

② $K_1 + K_2$

③ K_2/K_1

④ K_1/K_2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 여러 단계의 평형 반응을 더해 전체 반응을 만들 때 각 단계의 평형상수를 곱한다는 원리를 묻는다.

조건 정리

주어진 반응은 ㉠ $H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$, ㉡ $HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$이다. 두 반응을 같은 방향으로 더하면 중간 생성물인 HS^-가 소거되어 전체 반응 $H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$가 된다. 구해야 할 값은 이 전체 반응의 평형상수 K이다.

사용할 공식

평형 반응을 더하면 각 반응의 평형상수를 곱한다. 따라서 $K = K_1K_2$이다. 실제로 $K_1 = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]}$, $K_2 = \frac{[H^+][S^{2-}]}{[HS^-]}$이므로 두 식을 곱할 때 중간종 $[HS^-]$가 약분되어 전체 반응의 평형상수식이 된다.

계산 과정

$K_1K_2 = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]} \times \frac{[H^+][S^{2-}]}{[HS^-]} = \frac{[H^+]^2[S^{2-}]}{[H_2S]} = K$

따라서 전체 평형상수는 K_1K_2이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 두 단계 반응을 같은 방향으로 더했으므로 전체 평형상수는 각 단계 평형상수의 곱인 K_1K_2이다.
② X — 틀린 표현은 $K_1 + K_2$이다. 반응식을 더할 때 평형상수는 더하지 않고 곱하므로 올바르게는 K_1K_2이다.
③ X — 틀린 표현은 K_2/K_1이다. 이 값은 ㉠을 역반응으로 바꾸어 K_1의 역수를 취한 뒤 ㉡과 결합할 때 생기며, 제시된 전체 이온화 반응의 상수가 아니다. 올바르게는 K_1K_2이다.
④ X — 틀린 표현은 K_1/K_2이다. 이 값은 ㉡을 역반응으로 바꾸어 K_2의 역수를 취한 뒤 ㉠과 결합할 때 생기며, 두 이온화 단계를 같은 방향으로 더한 상수가 아니다. 올바르게는 K_1K_2이다.

오답 포인트

반응식을 더한다는 말 때문에 평형상수도 $K_1 + K_2$로 더하는 것이 핵심 함정이다. 반응식을 더할 때는 평형상수를 곱하고, 반응식을 뒤집을 때만 해당 평형상수의 역수를 취한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 단계 반응을 더해 중간종이 소거되는지 먼저 확인한다. 반응을 그대로 더하면 평형상수를 곱하고, 어떤 반응을 역으로 사용하면 그 반응의 평형상수만 역수로 바꾸어 곱한다.

암기 포인트

반응식의 합은 평형상수의 곱이다: $K_{\text{overall}} = K_1K_2$.

NoteBase

문 20. 다음 중 실제기체가 이상기체 상태방정식에 근접하는 조건으로 가장 옳지 않은 것은?

① 높은 온도

② 낮은 압력

③ 분자량이 클 경우

④ 분자간의 인력이 작을 경우

정답 3번

출제 포인트

실제기체가 이상기체처럼 거동하는 조건을 분자 사이의 거리와 분자간 인력의 영향으로 판단하는 문제이다.

핵심 개념

이상기체는 분자 자체의 부피와 분자간 인력을 무시하여 $PV = nRT$를 따르는 가상적인 기체이다. 실제기체는 온도가 높고 압력이 낮을수록 분자들이 멀리 떨어져 분자 자체의 부피와 분자간 인력의 영향이 작아지므로 이상기체에 가까워진다. 또한 분자간 인력이 약하고 분자의 크기가 작은 기체일수록 이상기체 거동에 더 근접한다.

선지별 해설

① O — 높은 온도에서는 분자의 운동 에너지가 커져 분자간 인력의 상대적 영향이 작아지므로 이상기체 거동에 가까워진다.
② O — 낮은 압력에서는 분자 사이의 거리가 멀어져 분자 자체의 부피와 분자간 인력의 영향이 작아지므로 이상기체 상태방정식에 근접한다.
③ X — 틀린 표현은 '분자량이 클 경우'이다. 일반적으로 분자량이 큰 기체는 분자의 크기와 분산력이 커져 이상기체에서 더 크게 벗어날 수 있다. 올바르게는 '분자량이 작고 분자 자체의 부피와 분자간 인력의 영향이 작을 경우' 이상기체 거동에 더 가까워진다.
④ O — 분자간 인력이 작으면 이상기체가 가정하는 '분자간 인력이 없다'는 조건에 가까워지므로 이상기체 상태방정식에 근접한다.

오답 포인트

③의 '분자량이 클 경우'를 큰 분자가 운동량이 커서 이상기체에 가까울 것이라고 잘못 연결하기 쉽다. 핵심은 운동량이 아니라 분자 자체의 부피와 분자간 인력의 영향이며, 분자량이 큰 기체는 일반적으로 이 영향이 더 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자들이 서로 멀리 떨어지고 서로 끌어당기는 효과가 약해지는 조건인지 판단한다. 높은 온도, 낮은 압력, 작은 분자 크기, 약한 분자간 인력이면 이상기체에 가까워진다.

NoteBase

암기 포인트

이상기체 근접 조건은 고온·저압·작은 분자·약한 인력이다.

NoteBase