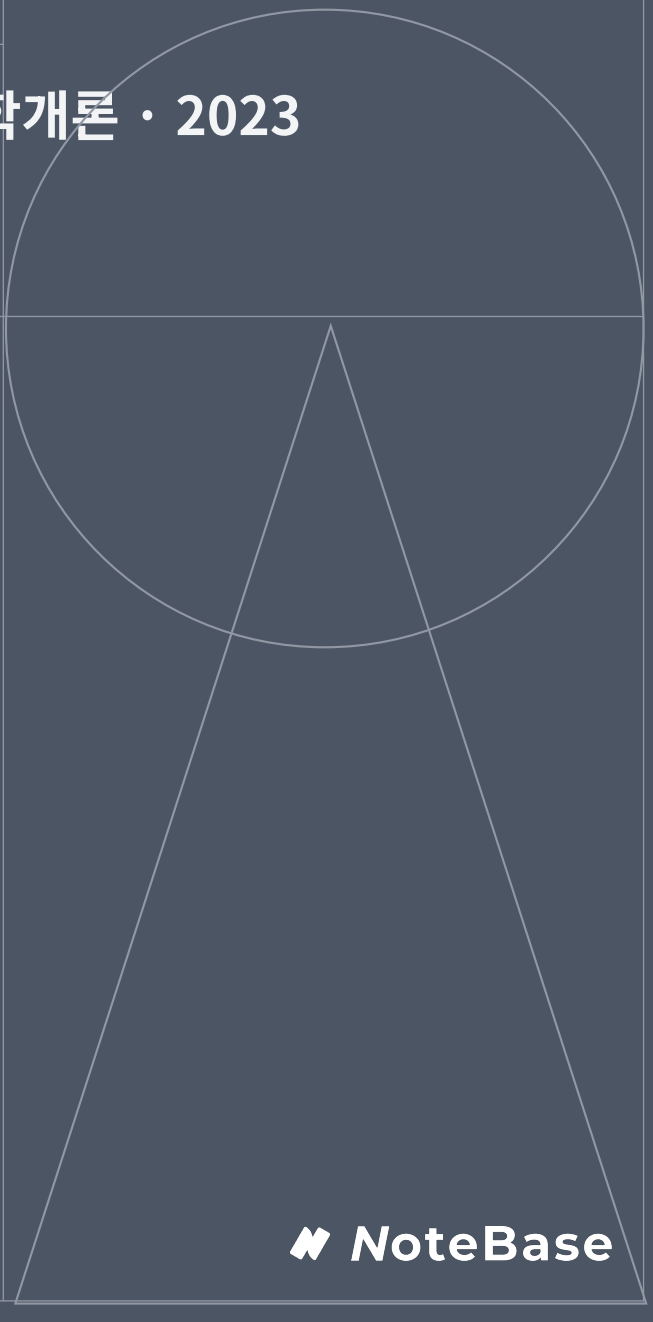
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2023



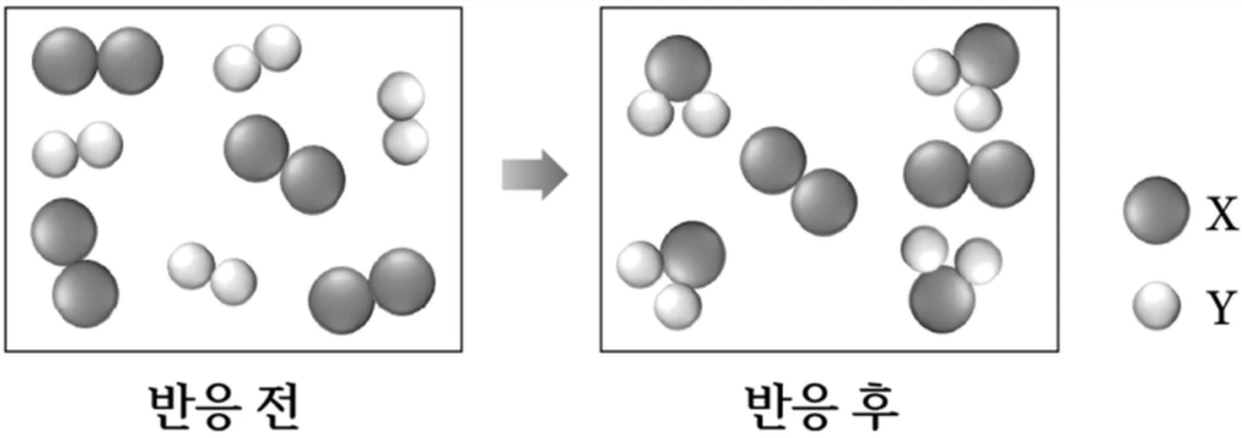
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2023

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2023

문 1. 다음은 반응 용기에 X_2와 Y_2를 넣었을 때 일어나는 화학반응을 모형으로 나타낸 것이다. 이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)



<보기>

ㄱ. 생성물의 화학식은 XY_2이다.

ㄴ. X_2와 Y_2는 2 : 1의 몰비로 반응한다.

ㄷ. 반응 용기에 Y_2를 더 첨가하면 생성물의 양이 증가한다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반응 전후 분자 모형에서 없어진 반응물과 생긴 생성물의 개수를 세어 생성물의 화학식, 반응 몰비, 한계 반응물을 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

ㄱ. O
반응 후 생성물 하나는 회색 X 원자 1개와 흰색 Y 원자 2개가 결합한 모형이다. 따라서 생성물의 화학식은 XY_2이다.

ㄴ. X
반응 전에는 X_2 4개와 Y_2 4개가 있고, 반응 후에는 XY_2 4개와 남은 X_2 2개가 있다. 즉 X_2 2개와 Y_2 4개가 반응했으므로 $X_2 : Y_2$의 반응 몰비는 1:2이다. 틀린 표현은 "2:1"이고, 올바르게는 "1:2"이다.

ㄷ. O
반응 후 X_2가 2개 남고 Y_2는 남지 않는다. 따라서 Y_2가 한계 반응물이고, Y_2를 더 넣으면 남아 있는 X_2와 추가로 반응하여 생성물의 양이 증가한다.

① X
①은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이다. ㄱ은 맞지만 ㄷ도 맞으므로 옳은 설명을 빠뜨렸다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ이다.

② X
②는 ㄴ만 옳다고 본 선택지이다. ㄴ의 "2:1"은 반응 몰비를 거꾸로 쓴 표현이다. 올바르게는 $X_2 : Y_2 = 1 : 2$이고, ㄱ과 ㄷ이 옳다.

③ O
③은 ㄱ, ㄷ을 고른 선택지이다. 생성물은 XY_2이고, Y_2를 더 넣으면 남은 X_2가 더 반응할 수 있으므로 ㄱ과 ㄷ이 모두 옳다.

④ X
④는 ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄴ이 틀렸다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ이다.

⑤ X
⑤는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 선택지이다. ㄱ과 ㄷ은 맞지만 ㄴ이 틀렸으므로 모두 옳은 것은 아니다. 올바르게는 ㄱ, ㄷ이다.

오답 포인트

함정은 반응 몰비를 생성물의 원자 수 비율이나 남은 물질의 개수와 혼동하는 데 있다. 반응 몰비는 반응 전후를 비교해 실제로 줄어든 X_2와 Y_2의 개수로 판단해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

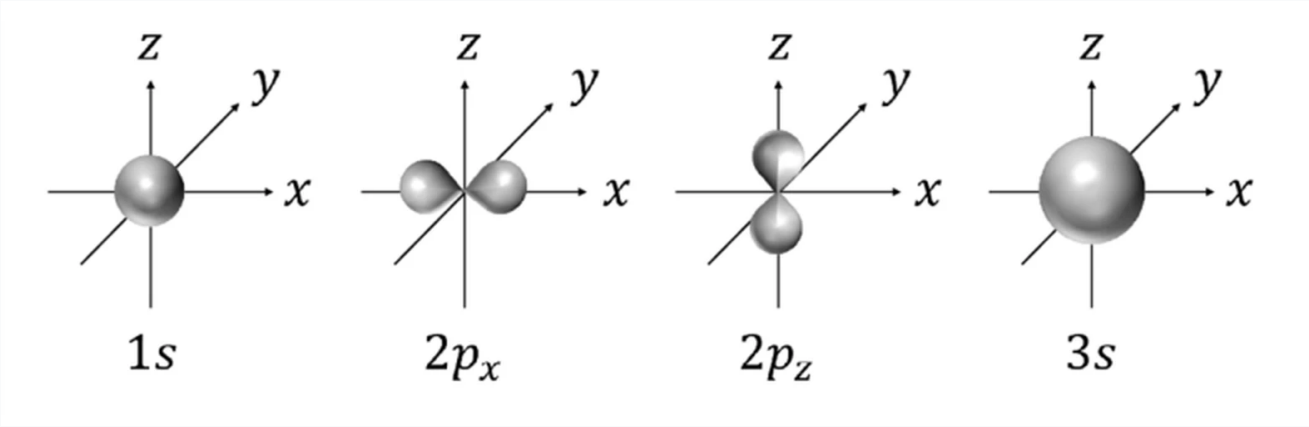
먼저 반응 전후에 사라진 반응물 개수를 센다. 그다음 생성물 한 분자에 들어 있는 원자 수로 화학식을 정하고, 완전히 소모된 물질을 한계 반응물로 판단한다.

암기 포인트

모형 반응 문제에서는 "생성물 화학식은 붙은 원자 수, 반응 몰비는 줄어든 분자 수, 더 넣었을 때 증가 여부는 한계 반응물"로 판단한다.

NoteBase

문 2. 다음은 수소 원자의 4가지 궤도 함수를 나타낸 것이다. 이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보 기>

ㄱ. $2p_z$에서 $3s$로 전자가 전이될 때 적외선을 흡수한다.

ㄴ. 전자가 $1s$에서 $2p_x$로 전이될 때와 $1s$에서 $2p_z$로 전이될 때, 전이 에너지의 크기는 같다.

ㄷ. $1s$와 $2p_z$의 에너지 차이와 $2p_z$와 $3s$의 에너지 차이의 비는 27 : 5이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 그림에서 $1s$, $2p_x$, $2p_z$, $3s$ 궤도 함수를 구분하고, 수소 원자의 에너지가 주양자수 n에만 의존한다는 점으로 전이 에너지와 빛의 종류를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ①은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이다. ㄱ은 $2p_z$에서 $3s$로 전이할 때 적외선을 흡수한다고 했으나, 수소 원자에서 $n=2 \rightarrow n=3$ 전이는 에너지 차가 $13.6(1/2^2 - 1/3^2) = 13.6 \cdot 5/36 eV$로 가시광 영역에 해당한다. 틀린 표현은 '적외선'이고, 올바르게는 '가시광선'을 흡수한다.

② X
- ②는 ㄴ만 옳다고 본 선택지이다. ㄴ 자체는 맞지만 ㄷ도 맞으므로 옳은 것만 고른 조합이 아니다. 틀린 표현은 'ㄴ만'이고, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.

③ X
- ③은 ㄱ, ㄷ을 옳다고 본 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄱ이 틀리므로 조합이 성립하지 않는다. 틀린 표현은 'ㄱ 포함'이고, 올바르게는 ㄱ을 제외해야 한다.

④ O
- ④는 ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄴ에서 $2p_x$와 $2p_z$는 방향만 다르고 같은 $n=2$ 궤도이므로 $1s \rightarrow 2p_x$와 $1s \rightarrow 2p_z$의 전이 에너지는 같다. ㄷ에서 $1s$와 $2p_z$의 에너지 차는 $13.6(1 - 1/4) = 13.6 \cdot 3/4 eV$, $2p_z$와 $3s$의 에너지 차는 $13.6(1/4 - 1/9) = 13.6 \cdot 5/36 eV$이므로 비는 $(3/4) : (5/36) = 27 : 5$이다.

⑤ X
- ⑤는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 옳다고 본 선택지이다. ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄱ이 틀리므로 모두 옳은 조합이 아니다. 틀린 표현은 'ㄱ 포함'이고, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ만'이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 궤도 함수의 모양과 방향을 에너지 차이로 착각하게 하는 것이다. 수소 원자에서는 $2p_x$와 $2p_z$처럼 방향이 달라도 주양자수 n이 같으면 에너지가 같고, $2 \rightarrow 3$ 전이를 적외선으로 착각하면 ㄱ을 잘못 고르게 된다.

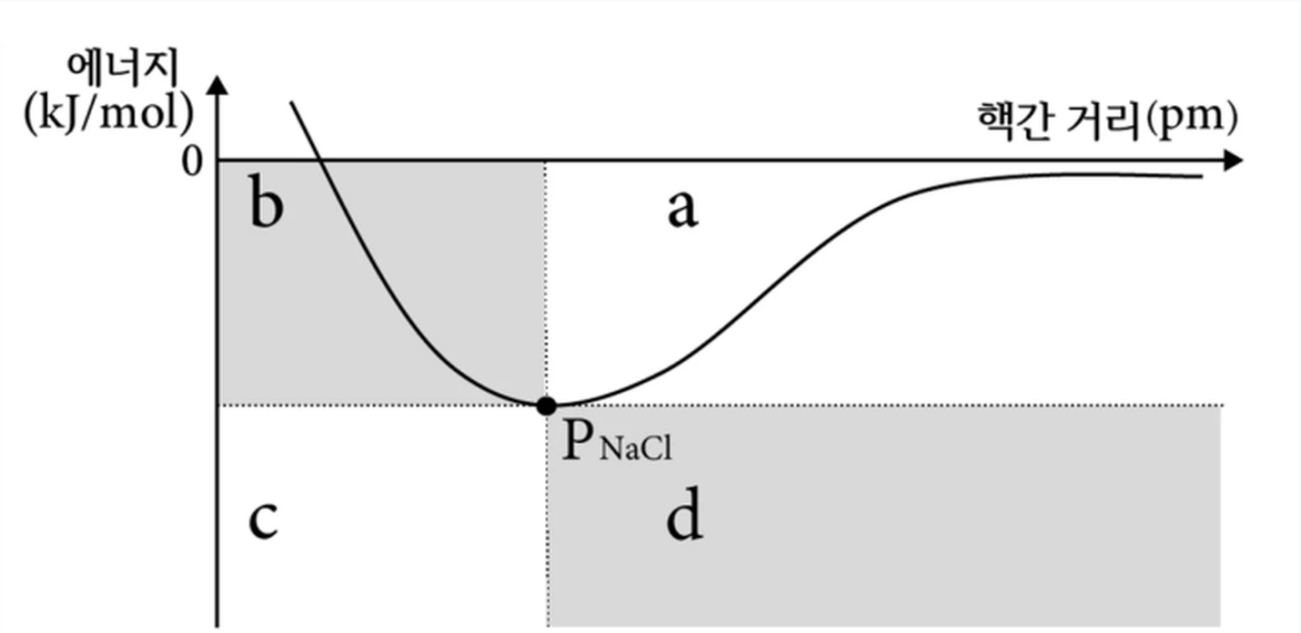
다시 나오면 이렇게 판단

수소 원자 궤도 함수 전이 문제에서는 먼저 각 궤도의 주양자수 n을 확인한다. 같은 n끼리는 같은 에너지로 판단하고, 전이 에너지는 $\Delta E = 13.6(1/n_i^2 - 1/n_f^2) eV$의 크기로 비교한다.

암기 포인트

수소 원자는 에너지 준위가 n으로만 결정된다. $2p_x$와 $2p_z$는 같은 에너지이고, $1 \rightarrow 2$와 $2 \rightarrow 3$ 에너지 차의 비는 $27 : 5$이다.

문 3. 다음은 Na^+과 Cl^-의 핵간 거리에 따른 에너지 변화 곡선과 에너지가 최소인 점 P_{NaCl}를 나타낸 것이다.



K^+과 Cl^-, Mg^{2+}과 O^{2-}의 핵간 거리에 따른 에너지 변화를 각각 그렸을 때, 에너지가 최소인 점 P_{KCl}과 점 P_{MgO}가 위치하는 영역(a~d)은?

① P_{KCl}: a, P_{MgO}: b

② P_{KCl}: a, P_{MgO}: c

③ P_{KCl}: b, P_{MgO}: a

④ P_{KCl}: c, P_{MgO}: d

⑤ P_{KCl}: d, P_{MgO}: b

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 Na^+와 Cl^-의 에너지 곡선에서 기준점 P_{NaCl}보다 평형 핵간 거리가 큰지 작은지, 최솟값 에너지가 큰지 작은지를 읽는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 가로축은 핵간 거리, 세로축은 에너지임을 확인한다.
2. 세로 점선은 P_{NaCl}의 평형 핵간 거리, 가로 점선은 P_{NaCl}의 최솟값 에너지이다.
3. 오른쪽은 핵간 거리가 더 큰 영역, 왼쪽은 더 작은 영역이다.
4. 가로 점선보다 위는 P_{NaCl}보다 에너지가 덜 낮은 영역, 아래는 더 낮은 영역이다.

NoteBase

핵심 근거

K^+는 Na^+보다 이온 반지름이 크고 Cl^-는 그대로이므로 KCl의 평형 핵간 거리는 $NaCl$보다 크다. 전하곱은 둘 다 1이지만 거리가 더 커져 인력이 약해지므로 최솟값 에너지는 P_{NaCl}보다 덜 낮다. 따라서 P_{KCl}은 오른쪽 위 영역인 a에 있다.
Mg^{2+}와 O^{2-}는 Na^+, Cl^- 조합보다 핵간 거리가 작고 전하곱이 4로 커서 정전기적 인력이 훨씬 크다. 따라서 최솟값 에너지는 P_{NaCl}보다 더 낮다. P_{MgO}는 왼쪽 아래 영역인 c에 있다.

선지별 해설

① X
근거 위치: a는 P_{NaCl}보다 오른쪽 위, b는 왼쪽 위 영역이다.
P_{KCl}이 a인 것은 맞지만, P_{MgO}는 전하곱이 커지고 핵간 거리가 작아져 에너지가 더 낮아지므로 b가 아니라 c이다. 틀린 표현: $P_{MgO} = b \rightarrow$ 올바르게는 $P_{MgO} = c$이다.

② O
근거 위치: a는 기준점보다 핵간 거리가 크고 에너지가 덜 낮은 영역, c는 기준점보다 핵간 거리가 작고 에너지가 더 낮은 영역이다.
KCl은 K^+의 반지름이 커서 평형 핵간 거리가 커지고 결합 에너지의 절댓값이 작아지므로 a에 위치한다. MgO는 이온 전하가 2 +, 2 −이고 이온 사이 거리가 작아 에너지가 더 낮아지므로 c에 위치한다.

③ X
근거 위치: b는 P_{NaCl}보다 왼쪽 위, a는 오른쪽 위 영역이다.
P_{KCl}은 K^+가 Na^+보다 커서 왼쪽이 아니라 오른쪽에 있어야 한다. P_{MgO}도 에너지가 더 낮아지는 c에 있어야 하므로 a가 아니다. 틀린 표현: $P_{KCl} = b, P_{MgO} = a \rightarrow$ 올바르게는 $P_{KCl} = a, P_{MgO} = c$이다.

④ X
근거 위치: c는 왼쪽 아래, d는 오른쪽 아래 영역이다.
P_{KCl}은 핵간 거리가 더 커져야 하므로 c가 아니라 a이다. P_{MgO}는 에너지는 더 낮지만 핵간 거리가 더 작아져야 하므로 d가 아니라 c이다. 틀린 표현: $P_{KCl} = c, P_{MgO} = d \rightarrow$ 올바르게는 $P_{KCl} = a, P_{MgO} = c$이다.

⑤ X
근거 위치: d는 오른쪽 아래, b는 왼쪽 위 영역이다.
KCl은 오른쪽으로 가는 것은 맞지만 에너지 최솟값은 P_{NaCl}보다 덜 낮아지므로 d가 아니라 a이다. MgO는 왼쪽으로 가는 것은 맞지만 에너지가 더 낮아져야 하므로 b가 아니라 c이다. 틀린 표현: $P_{KCl} = d, P_{MgO} = b \rightarrow$ 올바르게는 $P_{KCl} = a, P_{MgO} = c$이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 핵간 거리 변화와 에너지 깊이 변화를 따로 판단해야 한다는 점이다. *KCl*은 이온 사이 거리가 커져 오른쪽으로 이동하지만 에너지 최솟값은 더 깊어지지 않는다. *MgO*는 전하곱이 커지고 거리가 작아져 왼쪽 아래로 이동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이온 결합 에너지 곡선에서는 먼저 이온 반지름으로 평형 핵간 거리의 좌우를 정하고, 다음으로 전하곱과 거리를 이용해 에너지 최솟값의 위아래를 정한다. 전하곱이 클수록, 핵간 거리가 작을수록 최솟값 에너지는 더 낮아진다.

암기 포인트

큰 이온은 오른쪽, 큰 전하곱과 짧은 거리는 아래쪽이다. *KCl*은 a, *MgO*는 c이다.

NoteBase

문 4. 다음은 이산화황(SO_2)과 관련된 화학 반응식이다. 이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(가) $SO_2(g) + 2H_2S(g) \rightarrow 2H_2O(l) + 3S(s)$
(나) $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$

<보기>
ㄱ. (가)에서 H_2S는 산화된다.
ㄴ. SO_2는 (가)에서 환원제이고 (나)에서 산화제이다.
ㄷ. (가)와 (나)에서 S의 산화수가 가장 큰 것과 가장 작은 것의 차는 6이다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 황을 포함한 화합물에서 S의 산화수를 구하고, 산화수 증가·감소로 산화제와 환원제를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

산화: 원자의 산화수가 증가하는 변화이다.
환원: 원자의 산화수가 감소하는 변화이다.
산화제: 자신은 환원되면서 상대를 산화시키는 물질이다.
환원제: 자신은 산화되면서 상대를 환원시키는 물질이다.
이 문항의 S 산화수는 H_2S에서 -2, SO_2에서 +4, S에서 0, SO_3에서 +6이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- ㄱ만 옳다. (가)에서 H_2S의 S는 -2에서 단체 S의 0으로 산화수가 증가하므로 H_2S는 산화된다.

② X
- ㄷ은 틀리다. (가), (나)에 등장하는 S의 산화수 중 가장 큰 값은 SO_3의 +6, 가장 작은 값은 H_2S의 -2이므로 차는 8이다. 틀린 표현은 "차는 6"이고, 올바르게는 "차는 8"이다.

③ X
- ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. SO_2는 (가)에서 S가 +4에서 0으로 감소하므로 환원되어 산화제이고, (나)에서 S가 +4에서 +6으로 증가하므로 산화되어 환원제이다. 틀린 표현은 "(가)에서 환원제이고 (나)에서 산화제"이고, 올바르게는 "(가)에서 산화제이고 (나)에서 환원제"이다.

④ X
- ㄴ과 ㄷ이 모두 틀리다. ㄴ은 SO_2의 산화제·환원제 역할을 서로 반대로 쓴 것이고, ㄷ은 최대 산화수 +6과 최소 산화수 -2의 차를 6으로 잘못 계산한 것이다. 올바르게는 ㄴ을 "SO_2는 (가)에서 산화제이고 (나)에서 환원제이다", ㄷ을 "S의 산화수 차는 8이다"로 고친다.

⑤ X
- ㄱ은 옳지만 ㄴ, ㄷ이 틀리므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두를 고른 ⑤는 정답이 아니다. 옳은 조합은 ㄱ만 해당한다.

오답 포인트

ㄴ에서 산화제와 환원제는 물질이 상대에게 하는 작용보다 그 물질 자신이 산화되는지 환원되는지를 먼저 보아야 한다. ㄷ에서는 (가)만 보면 +4와 -2의 차가 6이지만, 문제는 (가)와 (나)를 함께 보므로 +6과 -2의 차인 8을 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

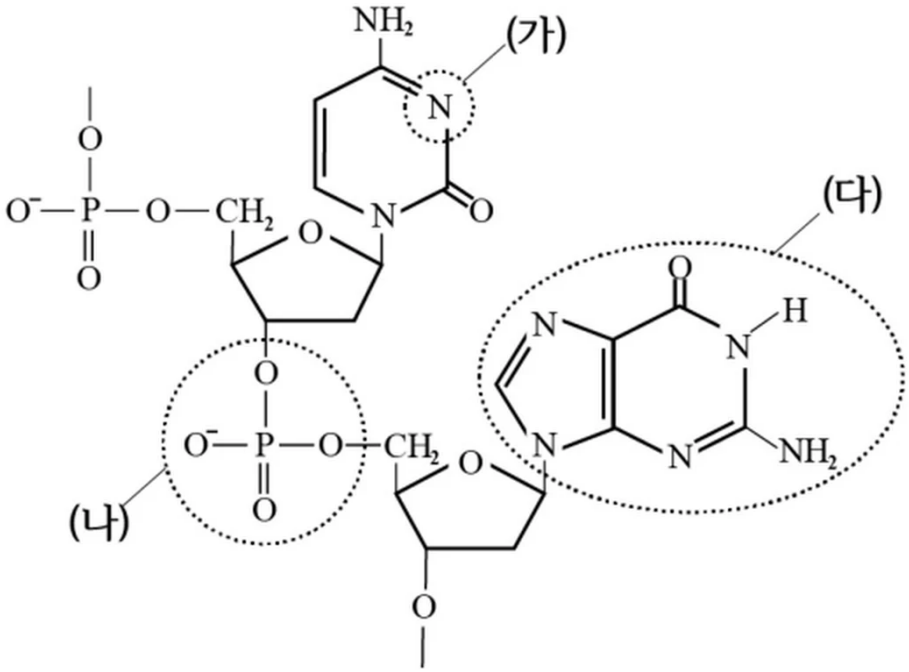
먼저 각 물질 속 관심 원자의 산화수를 모두 적고, 산화수가 증가한 물질은 산화된 것이므로 환원제, 산화수가 감소한 물질은 환원된 것이므로 산화제로 연결한다. 최대·최소 산화수 차이는 주어진 모든 반응식에 등장하는 값을 함께 놓고 비교한다.

암기 포인트

산화수 증가는 산화와 환원제, 산화수 감소는 환원과 산화제이다. $H_2S : -2$, $SO_2 : +4$, $S : 0$, $SO_3 : +6$으로 정리된다.

NoteBase

문 5. 다음은 DNA의 단일 가닥 중 일부를 나타낸 것이다. 이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 유전자 변이는 없다고 가정한다.)



<보 기>

ㄱ. (가)의 질소(N)는 비공유 전자쌍을 가지고 있다.

ㄴ. (나)에서 인(P)의 전자 배치는 확장된 옥텟(octet)이다.

ㄷ. DNA 이중 나선 구조에서 (다)는 짝을 이루는 상보적인 염기와 수소 결합을 한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 DNA 단일 가닥 구조식에서 염기, 인산기, 상보적 염기쌍을 읽고 각 표시 부분의 결합과 전자 배치를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① ㄱ만 옳다는 선택지는 X이다.
ㄱ은 옳지만 ㄴ과 ㄷ도 옳다. 따라서 옳은 설명을 ㄱ 하나로 제한한 부분이 틀렸고, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

② ㄷ만 옳다는 선택지는 X이다.
ㄷ은 옳지만 ㄱ과 ㄴ도 옳다. 따라서 옳은 설명을 ㄷ 하나로 제한한 부분이 틀렸고, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

③ ㄱ, ㄴ만 옳다는 선택지는 X이다.
ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳다. (다)는 구아닌 염기이고 DNA 이중 나선에서 상보적 염기인 사이토신과 수소 결합을 한다. 따라서 ㄷ을 제외한 부분이 틀렸고, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

④ ㄴ, ㄷ만 옳다는 선택지는 X이다.
ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳다. (가)의 질소는 염기 고리 안의 질소로 비공유 전자쌍을 가진다. 따라서 ㄱ을 제외한 부분이 틀렸고, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ은 O이다.
ㄱ: (가)의 질소는 결합에 참여하지 않는 비공유 전자쌍을 가진다.
ㄴ: (나)의 인산기에서 인(P)은 산소들과 결합하면서 원자가껍질에 8개를 넘는 전자를 배치할 수 있는 확장된 옥텟 형태로 나타난다.
ㄷ: (다)는 구아닌이고, DNA 이중 나선에서 구아닌은 상보적 염기인 사이토신과 수소 결합을 한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 구조식의 일부만 보고 맞는 설명을 하나만 고르는 것이다. (가)의 질소 비공유 전자쌍, (나)의 인산기에서 인의 확장된 옥텟, (다)의 구아닌-사이토신 상보적 수소 결합이 모두 동시에 성립한다.

다시 나오면 이렇게 판단

DNA 구조식 문제에서는 먼저 염기가 퓨린인지 피리미딘인지 확인하고, 인산기의 P-O 결합 상태와 염기쌍 규칙을 함께 본다. 아데닌은 티민, 구아닌은 사이토신과 상보적으로 수소 결합한다.

암기 포인트

DNA 염기쌍은 A-T, G-C이고, 인산기의 P는 확장된 옥텟으로 표현될 수 있다.

NoteBase

문 6. 화합물에 관한 설명으로 옳은 것은?

① CS_2의 분자 구조는 직선형이다.

② HCl의 끓는점은 HF보다 높다.

③ NaCl의 녹는점은 NaF보다 높다.

④ NO_2와 SO_2의 수용액은 염기성이다.

⑤ SiO_2와 CO_2는 같은 종류의 고체이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 화합물의 구조, 물리적 성질, 수용액 성질, 고체의 종류를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

분자 구조: 중심 원자의 전자쌍 배치와 다중 결합 수에 따라 직선형, 굽은형 등이 결정된다.
분자 간 힘: 수소 결합이 있으면 비슷한 분자량의 물질보다 끓는점이 크게 높아진다.
이온 결정: 이온 전하가 같으면 이온 반지름이 작을수록 격자 에너지가 커져 녹는점이 높아지는 경향이 있다.
비금속 산화물: 물과 반응해 산을 만들기 쉬우므로 수용액이 산성을 나타내는 경우가 많다.
고체의 종류: 공유 결합 그물 고체는 원자들이 거대한 공유 결합 망을 이루고, 분자성 고체는 분자 사이 힘으로 모여 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- CS_2는 중심 원자 C 주위에 S와의 이중 결합 두 개가 배치된 $S=C=S$ 구조이다. 중심 원자 주변의 전자 영역이 두 개이므로 분자 구조는 직선형이다.

② X
- 틀린 부분은 "HCl의 끓는점은 HF보다 높다"이다.
- 실제로는 HF의 끓는점이 HCl보다 높다. HF는 분자 사이에 강한 수소 결합을 형성하지만, HCl은 수소 결합을 하지 못하고 주로 쌍극자-쌍극자 힘과 분산력이 작용한다.

③ X
- 틀린 부분은 "NaCl의 녹는점은 NaF보다 높다"이다.
- 실제로는 NaF의 녹는점이 NaCl보다 높다. F^-가 Cl^-보다 작아 Na^+와 더 가까이 배열되므로 이온 사이 인력이 더 크다.

④ X
- 틀린 부분은 "NO_2와 SO_2의 수용액은 염기성"이다.
- 실제로는 NO_2와 SO_2가 물에 녹으면 산성 용액을 만든다. 이들은 비금속 산화물로서 산성 산화물에 해당한다.

⑤ X
- 틀린 부분은 "SiO_2와 CO_2는 같은 종류의 고체"이다.
- 실제로는 SiO_2는 공유 결합 그물 고체이고, 고체 CO_2는 분자성 고체이다. SiO_2는 거대한 공유 결합 망을 이루지만, CO_2는 개별 분자들이 분자 간 힘으로 모여 있다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 같은 원소 조합처럼 보여도 결합 방식과 입자 사이 힘이 다르면 성질이 달라진다는 점이다. ②는 분자량보다 수소 결합을 우선 보아야 하고, ③은 같은 $+1/-1$ 이온 결정에서 이온 크기를 보아야 한다. ⑤는 SiO_2의 조성식이 CO_2와 비슷해 보여도 고체 구조가 다르다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

구조 문제는 중심 원자 주변 전자 영역 수를 먼저 확인한다. 끓는점은 수소 결합 여부를 먼저 보고, 이온 결정의 녹는점은 전하와 이온 반지름으로 격자 인력을 비교한다. 비금속 산화물은 산성 산화물인지 확인하고, 고체 종류는 입자가 원자들의 공유 결합 망인지 개별 분자인지 구분한다.

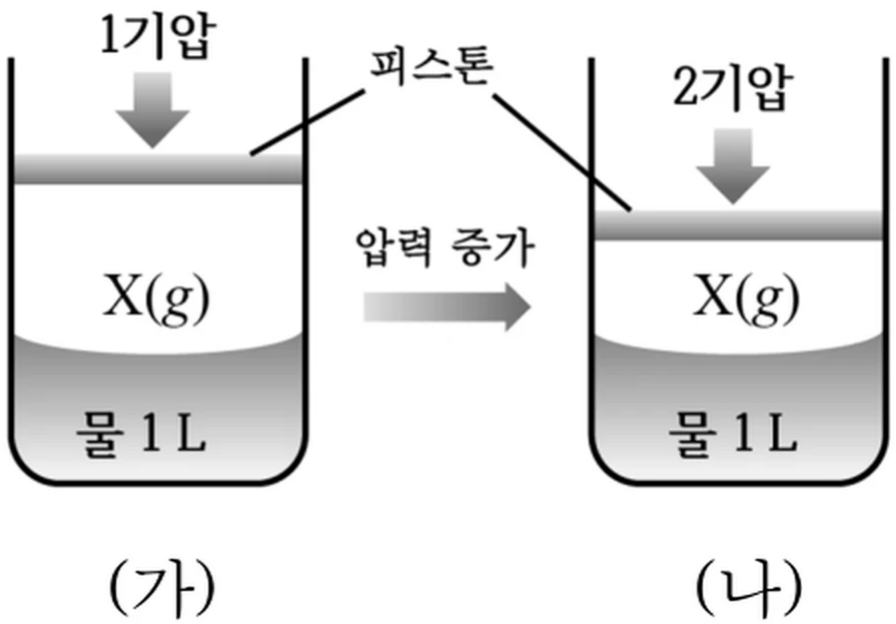
NoteBase

암기 포인트

CS_2는 직선형, HF는 수소 결합으로 HCl보다 끓는점이 높고, NaF는 NaCl보다 격자 인력이 커 녹는점이 높다.
NO_2와 SO_2는 산성 산화물, SiO_2는 공유 결합 그물 고체, CO_2는 분자성 고체이다.

NoteBase

문 7. (가)는 t°C, 1기압에서 물과 $X(g)$가 평형을 이루고 있는 상태를, (나)는 (가)의 압력을 높여 새로운 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다. t°C에서 물의 증기 압력은 $a$mmHg이고, 1기압은 760mmHg이다. 이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시하며, $X(g)$는 헨리 법칙을 따른다.)



<보기>

ㄱ. (가)와 (나)에서 각각 물에 녹아 있는 $X(g)$의 질량비는 1 : 2이다.

ㄴ. 기체의 부피는 (가)가 (나)의 2배보다 작다.

ㄷ. (나)에 $He(g)$를 첨가하면, 수증기의 몰수는 증가한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 수증기압이 있는 기체 혼합물에서 X의 부분압을 구하고, 헨리 법칙과 이상기체식으로 용해량과 기체 부피 변화를 판단하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

온도는 일정하고 물은 $1L$로 일정하다.
$t^\circ C$에서 물의 증기 압력은 $a mmHg$이므로, 기체 공간의 X 부분압은 전체 압력에서 수증기압을 뺀 값이다.
(가)에서 $P_X = 760 - a$, (나)에서 $P_X = 1520 - a$이다.
$X(g)$는 헨리 법칙을 따르므로 물에 녹아 있는 X의 양은 X의 부분압에 비례한다.

사용할 공식

헨리 법칙: $n_{dissolved} \propto P_X$
이상기체식: $PV = nRT$

이 공식을 쓰는 이유는 물에 녹는 X의 양은 전체 압력이 아니라 X의 부분압으로 결정되고, 기체 공간의 부피는 남아 있는 기체 몰수와 부분압을 함께 보아야 하기 때문이다.

계산 과정

1. (가)의 X 부분압은 P_X,(가)=760-a이다.
2. (나)의 X 부분압은 P_X,(나)=1520-a이다.
3. 따라서 물에 녹아 있는 X의 질량비는 $(760 - a) : (1520 - a)$이다. $a > 0$이면 이 비는 정확히 $1 : 2$가 아니다.
4. 압력을 높이면 X가 더 많이 녹아 기체 상태의 X 몰수는 감소한다. 또한 P_X,(나)=1520-a는 $2(760 - a)$보다 크므로, 기체 부피는 단순히 절반이 되는 것보다 더 작아진다. 따라서 V_(가)>2V_(나)이다.
5. (나)에 He을 넣으면 전체압은 피스톤에 의해 2기압으로 유지되면서 기체 공간의 부피가 증가한다. 수증기압 $a mmHg$는 온도에 의해 일정하므로, $n_{H_2O(g)} = P_{H_2O}V/RT$에서 부피 증가에 따라 수증기의 몰수는 증가한다.

NoteBase

선지 판단

① X

ㄱ은 틀렸다. 틀린 표현은 "질량비는 1:2"이다. 올바르게는 녹아 있는 X의 질량비가 $(760-a):(1520-a)$이다. 수증기압 a를 빼야 하므로 정확한 1 : 2가 아니다.

② O

ㄷ만 옳다. (나)에 He을 첨가하면 피스톤이 올라가 기체 공간의 부피가 증가하고, 온도가 일정하므로 수증기압은 $ammHg$로 유지된다. 따라서 $n = P_{H_2O}V/RT$에 의해 수증기의 몰수는 증가한다.

③ X

ㄱ, ㄴ은 모두 틀렸다. ㄱ의 올바른 질량비는 $(760-a):(1520-a)$이고, ㄴ의 올바른 부피 관계는 V_(가)>2V_(나)이다.

④ X

ㄴ은 틀리고 ㄷ은 옳다. ㄴ의 틀린 표현은 "(가)가 (나)의 2배보다 작다"이다. 올바르게는 압력 증가와 추가 용해 때문에 (나)의 기체 부피가 절반보다 더 작아져 V_(가)>2V_(나)이다.

⑤ X

ㄱ과 ㄴ이 틀리고 ㄷ만 옳으므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다는 판단은 틀렸다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전체압을 그대로 X의 압력으로 보는 것이다. 물이 함께 있으므로 기체 공간에는 수증기도 존재하고, X의 부분압은 항상 전체압에서 $ammHg$를 뺀 값이다. 또 압력을 두 배로 했다고 기체 부피가 단순히 절반이 된다고 보면, X가 추가로 물에 녹아 기체 몰수가 줄어드는 효과를 놓치게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

물 위의 기체 문제는 먼저 수증기압을 빼서 목적 기체의 부분압을 구한다. 헨리 법칙 문제에서는 용해량을 전체압이 아니라 용질 기체의 부분압에 비례시킨다. 피스톤이 있는 문제에서는 외부압으로 전체압이 정해지고, 부피 변화는 $PV = nRT$와 기체 몰수 변화를 함께 사용해 판단한다.

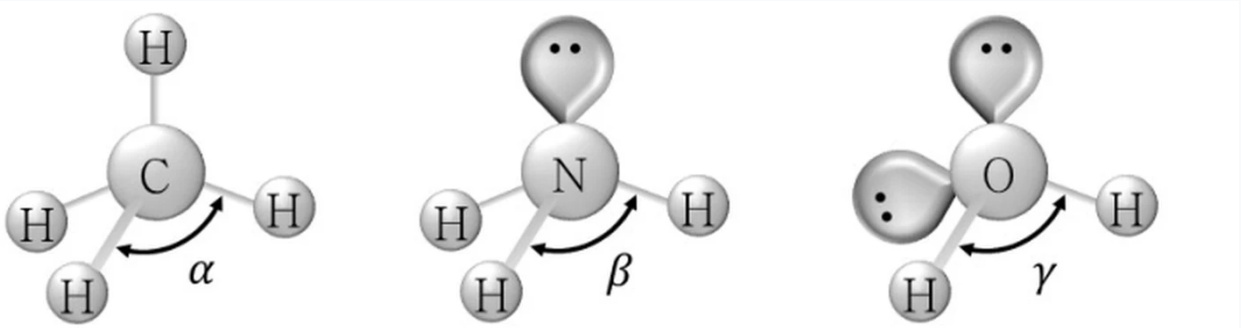
암기 포인트

물 위 기체의 핵심은 $P_{gas} = P_{total} - P_{H_2O}$이다. 헨리 법칙은 용해량용질 기체의 부분압으로 기억한다.

NoteBase

문 8. 다음은 3가지 화합물의 결합각을 나타낸 것이다.

화합물에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 그림에서 각의 크기는 실제각과 다를 수 있다.)



<보기>

ㄱ. 결합각의 크기는 $\alpha > \beta > \gamma$이다.

ㄴ. 중심 원자는 모두 옥텟(octet) 규칙을 만족한다.

ㄷ. NH_3가 NH_4^+로 되면 H – N – H의 결합각이 커진다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 그림의 중심 원자 주변 전자쌍 배치를 보고 CH_4, NH_3, H_2O의 결합각과 옥텟 만족 여부를 판단하는 문제이다. 비공유 전자쌍이 많을수록 결합 전자쌍을 더 강하게 밀어 결합각이 작아진다.

NoteBase

선지별 해설

① ㄱ만: X
ㄱ은 맞지만 ㄴ과 ㄷ도 맞으므로 정답이 아니다. 틀린 표현은 'ㄱ만'이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.

② ㄴ만: X
ㄴ은 맞지만 ㄱ과 ㄷ도 맞으므로 정답이 아니다. 틀린 표현은 'ㄴ만'이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.

③ ㄱ, ㄷ: X
ㄱ과 ㄷ은 맞지만 ㄴ도 맞으므로 정답이 아니다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄷ'이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

④ ㄴ, ㄷ: X
ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄱ도 맞으므로 정답이 아니다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ'이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ: O
ㄱ: CH_4의 α는 정사면체 구조로 약 109.5°, NH_3의 β는 삼각뿔형으로 약 107°, H_2O의 γ는 굽은형으로 약 104.5°이므로 $\alpha > \beta > \gamma$이다.
ㄴ: CH_4의 C, NH_3의 N, H_2O의 O는 모두 중심 원자 주변에 전자 8개가 배치되어 옥텟 규칙을 만족한다.
ㄷ: NH_3는 비공유 전자쌍 1개 때문에 H-N-H 결합각이 약 107°로 줄어든다. NH_4^+가 되면 비공유 전자쌍이 결합 전자쌍으로 바뀌어 정사면체형이 되므로 H-N-H 결합각은 약 109.5°로 커진다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 '옥텟'과 '결합각'을 따로 보지 않고 중심 원자의 결합 수만으로 판단하게 하는 점이다. NH_3와 H_2O는 결합 수가 4개가 아니어도 비공유 전자쌍까지 포함하면 중심 원자가 옥텟을 만족한다.

다시 나오면 이렇게 판단

중심 원자 주위 전자쌍 수를 먼저 세고, 비공유 전자쌍의 개수를 확인한다. 전자쌍 배치가 같아도 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각은 작아진다.

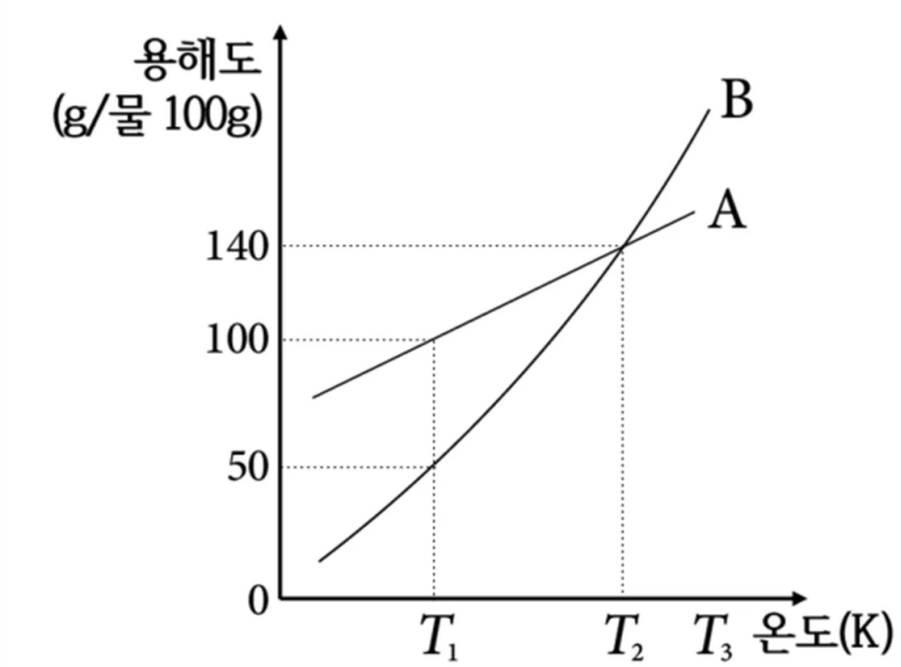
암기 포인트

CH_4는 정사면체 약 109.5°, NH_3는 삼각뿔형 약 107°, H_2O는 굽은형 약 104.5°이다.

문 9. (가)는 $A(s)$와 $B(s)$의 용해도 곡선을 나타낸 것이고, (나)는 수용액 (1)~(3)에 대한 자료이다. 화학식량은 $A > B$이다.

수용액 (1)~(3)에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 증발은 무시한다.)

(가)



(나)

수용액	온도	조성
(1)	T_1	물 100 g + A 70 g
(2)	T_2	물 50 g + B 70 g
(3)	T_3	물 50 g + A 70 g

<보기>

ㄱ. 몰랄 농도는 (1)이 (2)보다 작다.

ㄴ. (2)에 $B(s)$를 더 넣었을 때 $B(s) \rightarrow B(aq)$ 반응의 $\Delta G = 0$이다.

ㄷ. (2)와 (3)의 온도를 T_1으로 낮출 때 각 수용액에서 석출되는 고체의 질량비는 9 : 4이다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

NoteBase

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 용해도 곡선에서 온도별 용해도 값을 읽고, 물의 질량에 맞게 환산하여 포화 여부, 몰랄 농도, 냉각 시 석출량을 판단하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 용해도 단위가 물 100 g당 용질 g임을 확인한다.
2. 그래프에서 T1의 A는 100, B는 50이고, T2의 A와 B는 140임을 읽는다.
3. 물 50 g인 수용액은 용해도 값을 절반으로 환산하여 녹을 수 있는 최대 질량을 비교한다.

핵심 근거

ㄱ은 옳다. (1)은 T1에서 물 100 g에 A 70 g이므로 A가 모두 녹고 몰랄 농도는 $(70/M_A)/0.1$이다. (2)는 T2에서 물 50 g에 B 70 g이고, B의 용해도 140 g/물 100 g에 정확히 해당하므로 모두 녹아 몰랄 농도는 $(70/M_B)/0.05$이다. 화학식량이 A > B이므로 (1)의 몰랄 농도는 (2)보다 작다.

ㄴ은 옳다. (2)는 T2에서 B의 포화 수용액이다. 여기에 B(s)를 더 넣으면 B(s)와 B(aq)가 평형을 이루므로 B(s) -> B(aq) 과정의 ΔG는 0이다.

ㄷ은 옳다. (2)를 T1으로 낮추면 B는 물 50 g에 25 g까지 녹으므로 70 g - 25 g = 45 g이 석출된다. (3)을 T1으로 낮추면 A는 물 50 g에 50 g까지 녹으므로 70 g - 50 g = 20 g이 석출된다. 석출 질량비는 45:20 = 9:4이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ①은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이다. 그러나 ㄴ과 ㄷ도 옳으므로 틀리다. 틀린 표현: ㄱ만 선택 -> 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 선택한다.

② X
- ②는 ㄷ만 옳다고 본 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄱ과 ㄴ도 옳으므로 틀리다. 틀린 표현: ㄷ만 선택 -> 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 선택한다.

③ X
- ③은 ㄱ, ㄴ만 옳다고 본 선택지이다. ㄷ도 (2)의 석출량 45 g, (3)의 석출량 20 g으로 9:4가 되어 옳으므로 틀리다. 틀린 표현: ㄱ, ㄴ만 선택 -> 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 선택한다.

④ X
- ④는 ㄴ, ㄷ만 옳다고 본 선택지이다. ㄱ도 (1)의 몰랄 농도 $(70/M_A)/0.1$가 (2)의 몰랄 농도 $(70/M_B)/0.05$보다 작으므로 옳다. 틀린 표현: ㄴ, ㄷ만 선택 -> 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 선택한다.

⑤ O
- ⑤는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 선택지이다. 세 설명이 모두 그래프와 용해도 환산 결과에 맞으므로 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 용해도 단위가 물 100 g 기준이라는 점과 몰랄 농도에서 화학식량을 함께 고려해야 한다는 점이다. 특히 (2)와 (3)은 물이 50 g이므로 그래프의 용해도 값을 그대로 쓰지 않고 절반으로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

용해도 곡선 문제는 먼저 물의 질량을 물 100 g 기준으로 맞추어 포화 여부를 판단한다. 그다음 몰랄 농도는 녹은 용질의 몰수와 용매 kg을 사용하고, 냉각 석출량은 처음 녹아 있던 질량에서 낮춘 온도에서 녹을 수 있는 최대 질량을 뺀다.

암기 포인트

용해도는 물 100 g 기준, 몰랄 농도는 용매 kg 기준, 석출량은 처음 용해량 - 새 온도에서의 최대 용해량이다.

NoteBase

문 10. 초기 압력이 2atm인 이상 기체 2mL가 있다. 기체 압력을 10atm으로 압축했을 때의 부피는? (단, 온도와 몰수는 일정하다.)

① 0.4mL
② 0.6mL
③ 0.8mL
④ 1.0mL
⑤ 1.2mL

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 온도와 몰수가 일정할 때 압력과 부피가 반비례한다는 보일 법칙을 이용해 압축 후 기체의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 압력 $P_1 = 2atm$, 초기 부피 $V_1 = 2mL$, 나중 압력 $P_2 = 10atm$
구해야 할 값: 나중 부피 V_2
주의할 조건: 온도와 몰수가 일정하므로 압력이 커질수록 부피는 같은 비율로 작아진다.

사용할 공식

$P_1V_1 = P_2V_2$
이 공식을 쓰는 이유: 온도와 몰수가 일정한 이상 기체에서는 $PV = nRT$에서 nRT가 일정하므로 압력과 부피의 곱 PV가 일정하다.

계산 과정

초기 상태의 압력과 부피의 곱은 다음과 같다.
$P_1V_1 = 2atm \times 2mL = 4atm \cdot mL$
보일 법칙에 대입하면 다음과 같다.
$10atm \times V_2 = 4atm \cdot mL$
따라서 나중 부피는 다음과 같다.
$V_2 = \frac{4}{10}mL = 0.4mL$
계산 결과 압축 후 부피는 $0.4mL$이다.

NoteBase

선지 판단

① O: 계산 결과가 $0.4mL$이므로 옳다.
② X: $0.6mL$가 아니라 $0.4mL$이다. 압력이 $2atm$에서 $10atm$으로 5배가 되었으므로 부피는 초기 부피의 $\frac{1}{5}$이 된다.
③ X: $0.8mL$가 아니라 $0.4mL$이다. 압력비를 $\frac{10}{2}=5$로 잡으면 부피는 $2mL \div 5$로 계산된다.
④ X: $1.0mL$가 아니라 $0.4mL$이다. 압력이 2배가 된 상황이 아니므로 부피를 단순히 절반으로 줄이면 안 된다.
⑤ X: $1.2mL$가 아니라 $0.4mL$이다. 압력이 증가하면 부피도 증가한다고 보면 안 되고, 일정 온도에서는 압력 증가와 부피 감소가 반비례한다.
계산 결과 $0.4mL$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 압력 변화량이 아니라 압력비를 써야 한다는 점이다. $2atm$에서 $10atm$은 5배 증가이므로 부피는 $\frac{1}{5}$배가 되고, 초기 부피 $2mL$에서 $0.4mL$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

온도와 몰수가 일정한 기체 압축 문제는 $P_1V_1=P_2V_2$를 먼저 세우고, 압력이 몇 배가 되었는지 확인한 뒤 부피를 그 역수 배로 계산한다.

암기 포인트

보일 법칙에서는 PV가 일정하다. 압력이 5배이면 부피는 $\frac{1}{5}$배이다.

NoteBase

문 11. 12.0M의 염산 100mL에 순수한 물을 첨가했을 때의 최종 부피가 1L라면 염산 수용액의 몰농도는?

① 0.6M

② 1.2M

③ 2.4M

④ 3.6M

⑤ 4.8M

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 희석 전후 용질의 몰수가 보존된다는 원리, 즉 $M_1V_1 = M_2V_2$를 이용해 최종 염산 수용액의 몰농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 염산 농도 $M_1 = 12.0M$, 처음 부피 $V_1 = 100mL = 0.100L$, 최종 부피 $V_2 = 1.00L$이다.
구해야 할 값: 최종 염산 수용액의 몰농도 M_2이다.
주의할 조건: 물을 첨가해 희석해도 염산의 몰수는 변하지 않고, 최종 부피가 $1L$라는 점을 사용한다.

사용할 공식

$M_1V_1 = M_2V_2$
이 공식을 쓰는 이유: 희석은 용매만 늘어나는 과정이므로 용질인 염산의 몰수 $n = MV$가 희석 전후에 같기 때문이다.

계산 과정

1. 처음 들어 있던 염산의 몰수를 구한다.
$n = 12.0M \times 0.100L = 1.20mol$
2. 최종 부피는 $1.00L$이다.
3. 최종 몰농도를 구한다.
$M_2 = \frac{1.20mol}{1.00L} = 1.20M$
따라서 최종 염산 수용액의 몰농도는 $1.2M$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $1.2M$이므로 0.6 M는 틀리다. 틀린 표현 0.6 M → 올바르게는 1.2 M이다.

② O
- $12.0M \times 0.100L = 1.20mol$이고, 이를 최종 부피 $1.00L$로 나누면 $1.2M$가 된다.

③ X
- 계산 결과는 $1.2M$이므로 2.4 M는 틀리다. 틀린 표현 2.4 M → 올바르게는 1.2 M이다.

④ X
- 계산 결과는 $1.2M$이므로 3.6 M는 틀리다. 틀린 표현 3.6 M → 올바르게는 1.2 M이다.

⑤ X
- 계산 결과는 $1.2M$이므로 4.8 M는 틀리다. 틀린 표현 4.8 M → 올바르게는 1.2 M이다.

계산 결과 $1.2M$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 100 mL를 그대로 100으로 넣거나, 최종 부피 1 L를 1000 mL로 맞추지 않은 채 단위를 섞는 데 있다. 희석 문제에서는 부피 단위를 서로 같게 맞춘 뒤 $M_1V_1 = M_2V_2$를 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

희석 문제는 먼저 용질 몰수 보존을 확인하고, 부피 단위를 통일한 뒤 $M_2 = \frac{M_1V_1}{V_2}$로 계산한다.

암기 포인트

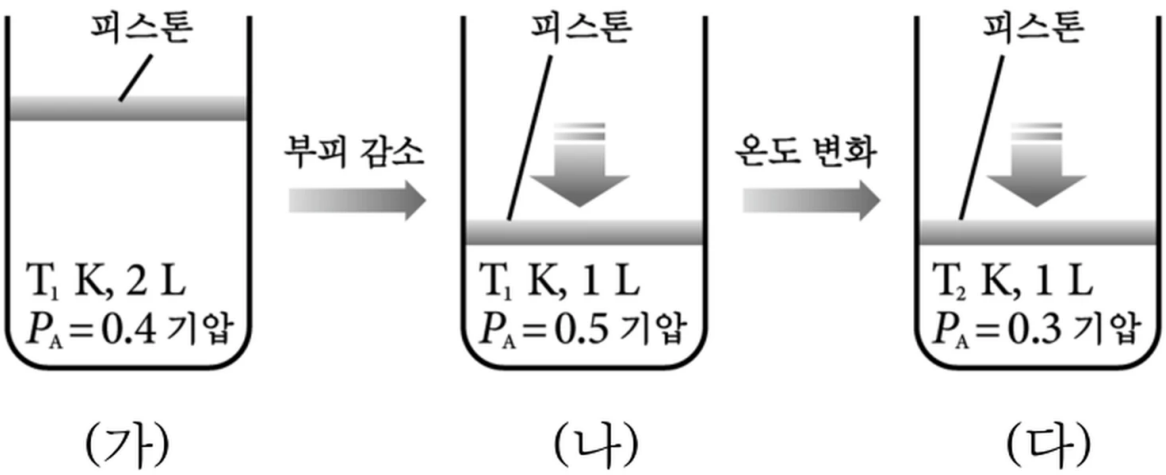
희석에서는 용질 몰수는 그대로이고 부피만 커진다. 따라서 최종 농도는 처음 농도에 처음 부피/최종 부피를 곱해 판단한다.

NoteBase

문 12. 다음은 A가 B로 되는 반응의 열화학 반응식과 평형 상수이다. 이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, T_1, T_2는 온도이고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

• 열화학 반응식 : $a\mathrm{A}(g) \rightleftharpoons b\mathrm{B}(g)$, $\Delta H < 0$
(a, b는 반응 계수)
• 평형 상수 : K

(가)는 실린더에서 위 반응이 평형에 도달한 상태를, (나)와 (다)는 부피와 온도를 단계적으로 변화시켜 각각 새로운 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.



<보기>
ㄱ. $a > b$이다.
ㄴ. $T_1 > T_2$이다.
ㄷ. 평형 상수 K는 (다)가 (나)보다 크다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 기체 평형에서 부피 변화에 따른 평형 이동, 온도 변화에 따른 평형상수 변화, 발열 반응의 르샤틀리에 원리를 함께 판단하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

반응식은 $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$, $\Delta H < 0$인 발열 반응이다.
(가)는 T_1, $2L$, $P_A = 0.4$기압의 평형 상태이다.
(나)는 같은 온도 T_1에서 부피를 $1L$로 줄인 뒤 새 평형에 도달한 상태이고, $P_A = 0.5$기압이다.
(다)는 같은 부피 $1L$에서 온도만 T_2로 바꾼 뒤 새 평형에 도달한 상태이고, $P_A = 0.3$기압이다.

사용할 공식

기체 반응의 평형상수는
$K = \frac{(P_B)^b}{(P_A)^a}$
로 쓴다.
부피를 줄이면 전체 압력이 순간적으로 커지고, 평형은 기체 몰수의 합이 작은 쪽으로 이동한다. 발열 반응은 온도를 낮추면 정반응 쪽이 유리해지고 K가 커진다.

계산 과정

1. (가)에서 (나)로 갈 때 온도는 T_1으로 같고 부피가 $2L$에서 $1L$로 감소한다. 평형 이동 전이라면 P_A는 단순 압축으로 0.4기압의 2배인 0.8기압이 된다.
2. 실제 새 평형 (나)의 P_A는 0.5기압이다. 단순 압축값 0.8기압보다 작으므로 평형이 A를 소비하는 정반응 방향, 즉 B 생성 방향으로 이동했다.
3. 압축은 기체 몰수의 합이 작은 쪽을 유리하게 한다. 압축 후 정반응 쪽으로 이동했으므로 생성물 쪽 기체 몰수가 더 작아 $b < a$, 따라서 $a > b$이다.
4. (나)에서 (다)로 갈 때 부피는 $1L$로 같고 온도만 변한다. 온도를 올리면 $P_A = n_A RT/V$의 직접 효과로 P_A가 커지고, 발열 반응에서는 역반응도 유리해져 A가 늘어나는 방향이다. 그런데 실제 P_A는 0.5기압에서 0.3기압으로 감소했으므로 온도는 내려간 것이다. 따라서 $T_1 > T_2$이다.
5. 발열 반응은 온도가 낮을수록 정반응이 유리하므로 평형상수 K가 커진다. (다)가 (나)보다 온도가 낮으므로 K_(다)>K_(나)이다.

NoteBase

보기 판단

ㄱ. O

(가)에서 (나)로 압축했을 때 단순 압축만 고려하면 $P_A = 0.8$기압이어야 하지만 실제는 0.5기압이다. A가 감소하는 정반응 쪽으로 평형이 이동했고, 압축은 기체 몰수의 합이 작은 쪽을 유리하게 하므로 생성물 쪽 몰수 b가 반응물 쪽 몰수 a보다 작다. 따라서 $a > b$이다.

ㄴ. O

(나)에서 (다)로 갈 때 P_A가 0.5기압에서 0.3기압으로 감소했다. 발열 반응에서 온도를 낮추면 정반응이 유리해져 A가 소비되고 P_A가 감소하는 방향과 맞다. 따라서 $T_1 > T_2$이다.

ㄷ. O

발열 반응은 온도가 낮아질수록 생성물 쪽 평형이 유리해져 K가 커진다. (다)는 (나)보다 낮은 온도이므로 K는 (다)가 (나)보다 크다.

선지 판단

① X

①은 ㄱ만 옳다고 보지만 ㄴ과 ㄷ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ만'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.

② X

②는 ㄷ만 옳다고 보지만 ㄱ과 ㄴ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄷ만'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'이다.

③ X

③은 ㄱ, ㄴ만 옳다고 보지만 ㄷ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

④ X

④는 ㄴ, ㄷ만 옳다고 보지만 ㄱ도 옳다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

⑤ O

ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳으므로 ⑤가 정답이다.

오답 포인트

부피 감소 뒤의 $P_A = 0.5$기압을 처음 값 0.4기압과만 비교하면 판단이 틀린다. 먼저 단순 압축값 0.8기압을 기준으로 잡아야 평형이 A를 소비하는 방향으로 이동했음을 알 수 있다. 또한 발열 반응에서 온도를 낮추면 K가 커지고, 온도를 높이면 K가 작아진다는 부호 판단을 반대로 쓰기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 평형의 부피 변화 문제는 먼저 단순 압축 또는 팽창만 했을 때의 분압을 계산한 뒤 실제 평형 분압과 비교한다. 온도 변화 문제는 발열 반응이면 저온에서 정반응과 큰 K, 고온에서 역반응과 작은 K로 판단한다.

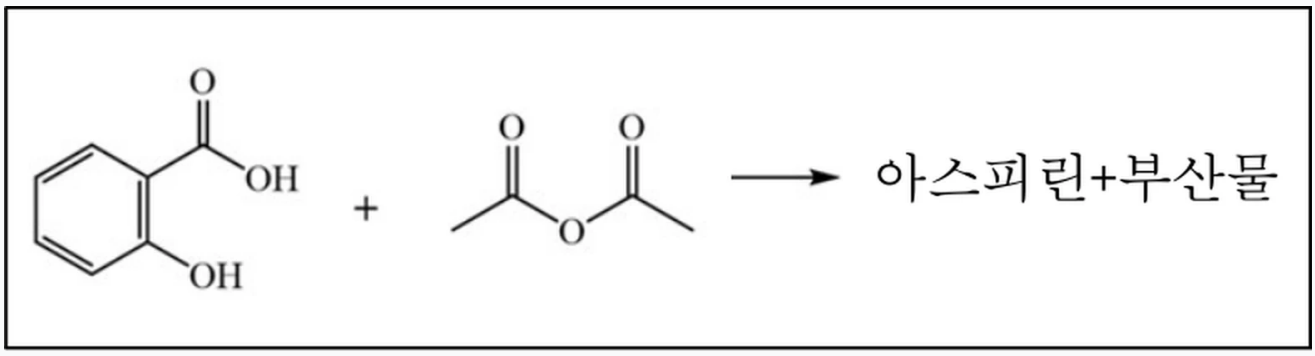
암기 포인트

압축은 기체 몰수 작은 쪽, 발열 반응의 냉각은 생성물 쪽, 발열 반응의 저온은 큰 K이다.

NoteBase

문 13. 다음은 살리실산($C_7H_6O_3$)과 아세트산무수물($C_4H_6O_3$)이 아세틸화 반응을 통하여 아스피린으로 합성되는 과정이다.

이 반응에서 아스피린 이외에 생성되는 부산물은?



① 물

② 에탄올

③ 메탄올

④ 아세트산

⑤ 물과 에탄올

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 살리실산과 아세트산무수물이 아세틸화 반응을 할 때, 아스피린과 함께 생기는 부산물이 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

아세틸화 반응: 분자에 아세틸기 CH_3CO-가 도입되는 반응이다.
아세트산무수물: 두 개의 아세틸 부분이 산소로 연결된 산무수물이며, 아세틸기를 제공한 뒤 남은 부분이 아세트산이 된다.
아스피린 합성: 살리실산의 페놀성 $-OH$가 아세틸화되어 아세틸살리실산이 되고, 부산물은 아세트산이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 물은 이 반응의 부산물이 아니다. 살리실산과 아세트산을 직접 축합하면 물이 생길 수 있지만, 제시된 반응물은 아세트산무수물이므로 부산물은 아세트산이다.
- 틀린 표현: 물 → 올바르게는 아세트산이다.

② X
- 에탄올은 반응물 구조에 포함된 에틸기 C_2H_5 –나 알코올 생성 과정이 없으므로 생성되지 않는다.
- 틀린 표현: 에탄올 → 올바르게는 아세트산이다.

③ X
- 메탄올은 반응물에 메톡시기나 메틸 알코올을 만들 구조가 없으므로 생성되지 않는다.
- 틀린 표현: 메탄올 → 올바르게는 아세트산이다.

④ O
- 살리실산의 $-OH$가 아세트산무수물로부터 아세틸기를 받아 아스피린이 되고, 아세트산무수물의 남은 부분은 아세트산 CH_3COOH이 된다.
- 따라서 아스피린 이외의 부산물은 아세트산이다.

⑤ X
- 물과 에탄올은 모두 이 반응의 부산물이 아니다. 아세트산무수물을 사용하는 아스피린 합성에서는 물이나 에탄올이 아니라 아세트산이 생성된다.
- 틀린 표현: 물과 에탄올 → 올바르게는 아세트산이다.

오답 포인트

산과 알코올의 일반적인 에스터화 반응을 떠올려 ① 물을 고르기 쉽다. 그러나 이 문항은 아세트산이 아니라 아세트산무수물을 반응물로 제시했으므로, 무수물의 남은 아세틸 부분이 아세트산으로 떨어져 나온다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

아스피린 합성에서 반응물이 아세트산무수물이면 생성물은 아스피린과 아세트산으로 판단한다. 반응물이 일반 카복실산이면 물 생성 여부를 따지지만, 산무수물 반응에서는 남은 산 조각이 카복실산으로 생성된다.

암기 포인트

아스피린 합성: 살리실산 + 아세트산무수물 → 아스피린 + 아세트산.

NoteBase

문 14. 다음은 수산화소듐(NaOH)이 염소(Cl_2) 기체와 반응하여 하이포아염소산소듐(NaOCl)으로 합성되는 과정이다. 이에 따라 20.0g의 NaOH를 전부 반응시키고자 한다. 이를 위해 필요한 Cl_2의 질량은? (단, 위 반응식은 균형 잡힌 화학 반응식이 아니다. NaOH의 분자량은 40.0이고, Cl_2의 분자량은 71.0이며, Cl_2 질량은 소수점 둘째 자리에서 반올림한다.)

$NaOH(aq) + Cl_2(g) \rightarrow NaOCl(aq) + NaCl(aq) + H_2O(l)$

① 8.9g

② 10.5g

③ 17.8g

④ 20.0g

⑤ 35.5g

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반응식을 먼저 계수 맞춘 뒤 NaOH와 Cl_2의 몰비를 이용해 필요한 Cl_2의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: NaOH의 질량 20.0 g, NaOH의 분자량 40.0, Cl_2의 분자량 71.0
구해야 할 값: NaOH 20.0 g을 모두 반응시키는 데 필요한 Cl_2의 질량
주의할 조건: 제시된 반응식은 균형 잡힌 식이 아니므로 계수를 먼저 맞추어야 한다.

사용할 공식

물질의 양은 $n = \frac{m}{M}$으로 구한다.

균형 반응식은 다음과 같다.
$2NaOH(aq) + Cl_2(g) \rightarrow NaOCl(aq) + NaCl(aq) + H_2O(l)$

이 식에서 NaOH와 Cl_2의 몰비는 2 : 1이다. 따라서 NaOH의 몰수를 구한 뒤 그 절반이 필요한 Cl_2의 몰수가 된다.

NoteBase

계산 과정

1. NaOH의 몰수를 구한다.
$n(NaOH) = \frac{20.0}{40.0} = 0.500mol$
2. 균형 반응식에서 NaOH와 Cl_2의 몰비는 2 : 1이므로 필요한 Cl_2의 몰수는 다음과 같다.
$n(Cl_2) = 0.500 \times \frac{1}{2} = 0.250mol$
3. Cl_2의 질량을 구한다.
$m(Cl_2) = 0.250 \times 71.0 = 17.75g$
4. 소수점 둘째 자리에서 반올림하면 $17.8g$이다.

선지 판단

① X - 8.9 g은 계산 결과 $17.8g$의 절반이므로 틀리다. 틀린 표현 8.9 g은 올바르게는 17.8 g이다.
② X - 10.5 g은 균형 반응식의 2 : 1 몰비와 Cl_2의 분자량 71.0을 적용한 값이 아니므로 틀리다. 틀린 표현 10.5 g은 올바르게는 17.8 g이다.
③ O - NaOH 20.0 g은 $0.500mol$이고, Cl_2는 그 절반인 $0.250mol$ 필요하므로 질량은 $0.250 \times 71.0 = 17.75g$, 반올림하여 17.8 g이다.
④ X - 20.0 g은 NaOH의 주어진 질량을 그대로 답으로 본 값이므로 틀리다. 틀린 표현 20.0 g은 올바르게는 17.8 g이다.
⑤ X - 35.5 g은 Cl_2 $0.500mol$의 질량으로, NaOH와 Cl_2의 몰비를 1 : 1로 잘못 본 값이다. 틀린 표현 35.5 g은 올바르게는 17.8 g이다.

계산 결과 필요한 Cl_2의 질량은 17.8 g이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 문제에 적힌 반응식이 균형 잡힌 식이 아니라는 점이다. NaOH와 Cl_2를 1 : 1로 보면 ⑤의 35.5 g이 나오지만, 실제 균형 반응식에서는 NaOH와 Cl_2가 2 : 1로 반응한다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학량론 계산형 문제는 반응식 계수 맞추기, 주어진 질량을 몰수로 바꾸기, 계수비 적용하기, 다시 질량으로 바꾸기 순서로 판단한다.

암기 포인트

질량비가 아니라 몰비가 먼저이다. 반응식 계수는 몰수의 비를 뜻한다.

NoteBase

문 15. 파장이 500nm인 빛의 진동수는? (단, 광속은 3×10^8m/s, 플랑크 상수는 6.626×10^{-34}J · s 이다.)

① 9.9×10^{-32}Hz

② 2.0×10^{-25}Hz

③ 150Hz

④ 6.0×10^5Hz

⑤ 6.0×10^{14}Hz

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 빛의 속도, 파장, 진동수의 관계식 $c = \lambda\nu$를 이용해 진동수 ν를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 파장 $\lambda = 500nm$, 광속 $c = 3 \times 10^8 m/s$
구해야 할 값: 진동수 ν
주의할 조건: 파장 단위 nm를 m로 바꾸어 계산해야 한다. $500nm = 500 \times 10^{-9}m = 5.00 \times 10^{-7}m$이다.
플랑크 상수는 에너지 $E = h\nu$를 구할 때 쓰는 값이므로 이 문항의 진동수 계산에는 필요하지 않다.

사용할 공식

빛의 속도와 파장, 진동수의 관계는 $c = \lambda\nu$이다.
따라서 진동수는 $\nu = \frac{c}{\lambda}$로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 빛의 파장과 광속이 주어지고 진동수를 묻고 있으므로, 파동의 속도 관계식에서 진동수를 직접 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 파장을 m 단위로 변환한다.

$500nm = 500 \times 10^{-9}m = 5.00 \times 10^{-7}m$

2. $\nu = \frac{c}{\lambda}$에 대입한다.

$\nu = \frac{3 \times 10^8 m/s}{5.00 \times 10^{-7}m}$

3. 숫자와 지수를 나누어 계산한다.

$\nu = \frac{3}{5.00} \times 10^{8-(-7)}s^{-1} = 0.6 \times 10^{15}s^{-1} = 6.0 \times 10^{14}Hz$

따라서 진동수는 $6.0 \times 10^{14}Hz$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- $9.9 \times 10^{-32} Hz$는 계산 결과 $6.0 \times 10^{14} Hz$와 전혀 맞지 않는다. 틀린 표현은 $9.9 \times 10^{-32} Hz$이고, 올바르게는 $6.0 \times 10^{14} Hz$이다. 이 값은 주어진 플랑크 상수를 진동수 계산에 잘못 끌어들일 때 생길 수 있는 오답이다.

② X

- $2.0 \times 10^{-25} Hz$는 파장-진동수 관계식 $\nu = \frac{c}{\lambda}$로 얻어지는 값이 아니다. 틀린 표현은 $2.0 \times 10^{-25} Hz$이고, 올바르게는 $6.0 \times 10^{14} Hz$이다. 플랑크 상수와 광속을 부적절하게 조합하면 진동수의 차원이 맞지 않는 값이 나온다.

③ X

- $150 Hz$는 $500 nm$처럼 매우 짧은 빛의 파장에 대한 진동수로 너무 작다. 틀린 표현은 $150 Hz$이고, 올바르게는 $6.0 \times 10^{14} Hz$이다. 500이라는 숫자를 단위 변환 없이 단순히 나누거나 곱하면 이런 규모 착오가 생긴다.

④ X

- $6.0 \times 10^{5} Hz$는 nm를 m로 바꾸는 과정에서 10^{-9}의 지수를 제대로 처리하지 못한 값이다. 틀린 표현은 $6.0 \times 10^{5} Hz$이고, 올바르게는 $6.0 \times 10^{14} Hz$이다.

⑤ O

- 계산 결과가 $6.0 \times 10^{14} Hz$이므로 ⑤가 옳다. Hz는 s^{-1}와 같은 진동수 단위이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 두 가지이다. 첫째, $500 nm$를 $5.00 \times 10^{-7} m$로 바꾸지 않고 계산하는 단위 변환 실수이다. 둘째, 문제에 제시된 플랑크 상수 h에 흔들려 $E = h\nu$를 사용하려는 실수이다. 이 문항은 에너지가 아니라 진동수를 묻기 때문에 h는 쓰지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

빛의 파장과 광속이 주어지고 진동수를 물으면 $c = \lambda\nu$를 먼저 세운다. 그다음 파장을 반드시 m 단위로 바꾸고, $\nu = \frac{c}{\lambda}$로 계산한 뒤 단위가 s^{-1}, 즉 Hz인지 확인한다.

암기 포인트

파장-진동수 문제는 $c = \lambda\nu$이다. nm는 $10^{-9} m$이고, $500 nm$ 빛의 진동수는 가시광선 규모인 $10^{14} Hz$이다.

NoteBase

문 16. 브롬화칼륨(KBr) 238g을 물 1,000mL에 용해시켜 만든 용액의 몰랄 농도는? (단, KBr의 분자량은 119, 물의 밀도는 1.0g/cc이다.)

① $1.0m$

② $2.0m$

③ $2.5m$

④ $3.0m$

⑤ $3.5m$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 몰랄 농도 공식 m=용질의 몰수용매의 질량(kg)를 이용해 KBr 수용액의 몰랄 농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: KBr 질량 238 g, KBr 분자량 119, 물의 부피 1,000 mL, 물의 밀도 $1.0g/cc$이다.
구해야 할 값: 용액의 몰랄 농도이다.
주의할 조건: 몰랄 농도는 용액 1 L가 아니라 용매 $1kg$당 용질의 몰수로 계산한다.

사용할 공식

몰랄 농도=용질의 몰수용매의 질량(kg)
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 용질 KBr의 질량과 용매 물의 양이 주어졌고, 묻는 값이 몰랄 농도이므로 용질 몰수와 용매 질량을 각각 구해 나누어야 한다.

계산 과정

1. KBr의 몰수를 구한다.
$\frac{238g}{119g/mol} = 2mol$
2. 물의 질량을 구한다. 물 1,000 mL는 1,000 cc이고, 밀도가 $1.0g/cc$이므로 질량은 1,000 g이다.
$1{,}000cc \times 1.0g/cc = 1{,}000g = 1kg$
3. 몰랄 농도를 계산한다.
$m = \frac{2mol}{1kg} = 2.0m$

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과는 2.0m이므로 1.0 m는 틀리다. 틀린 표현 1.0 m → 올바르게는 2.0 m이다.
② O: KBr 238 g은 2 mol이고, 물 1,000 mL는 1kg이므로 몰랄 농도는 2.0m이다.
③ X: 계산 결과는 2.0m이므로 2.5 m는 틀리다. 틀린 표현 2.5 m → 올바르게는 2.0 m이다.
④ X: 계산 결과는 2.0m이므로 3.0 m는 틀리다. 틀린 표현 3.0 m → 올바르게는 2.0 m이다.
⑤ X: 계산 결과는 2.0m이므로 3.5 m는 틀리다. 틀린 표현 3.5 m → 올바르게는 2.0 m이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 몰랄 농도의 분모를 용액의 부피나 용액의 질량으로 착각하는 데 있다. 몰랄 농도는 용매 kg 기준이므로, 물 1,000 mL를 밀도로 환산해 물 1kg으로 놓고 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

몰랄 농도 문제는 용질의 몰수 계산 → 용매의 질량을 kg으로 환산 → mol/kg 계산 순서로 판단한다.

암기 포인트

몰랄 농도 m의 분모는 용액 부피가 아니라 용매의 질량 kg이다.

NoteBase

문 17. 원자번호 29번인 구리(Cu)의 전자 배치(electron configuration)로 옳은 것은? (단, 구리는 가장 안정한 에너지 상태이다.)

① $1s^2 2s^2 2p^6 2d^{10} 3s^2 3p^6 4s^1$

② $1s^2 2s^2 2p^6 2d^9 3s^2 3p^6 4s^2$

③ $1s^2 2s^2 2p^6 2d^{10} 3s^2 3p^5 4s^2$

④ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$

⑤ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 원자번호 29번 구리의 바닥상태 전자 배치와 오비탈 표기 가능성을 함께 묻는 문제이다.

핵심 개념

구리의 전자 수는 29개이다.
일반적인 채움 순서만 따르면 $[Ar]3d^9 4s^2$처럼 보일 수 있지만, 구리는 $3d$ 부껍질이 완전히 채워진 $3d^{10}$ 상태가 더 안정하므로 실제 안정 배치는 $[Ar]3d^{10}4s^1$이다.
또한 $n = 2$ 껍질에는 s, p 오비탈만 가능하므로 $2d$ 오비탈은 존재하지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 $2d^{10}$이다. $n=2$에서는 d 오비탈이 존재하지 않으므로 올바르게는 $3d^{10}$을 사용해야 한다.

② X
- 틀린 부분은 $2d^{9}$와 $4s^{2}$이다. $2d$ 오비탈은 존재하지 않고, 구리의 안정한 배치는 $3d^{9}4s^{2}$가 아니라 $3d^{10}4s^{1}$이다.

③ X
- 틀린 부분은 $2d^{10}3p^{5}4s^{2}$이다. $2d$ 오비탈은 존재하지 않으며, 아르곤 핵심부는 $3p^{6}$까지 채워져야 하므로 올바르게는 $3s^{2}3p^{6}4s^{1}3d^{10}$이다.

④ X
- 틀린 부분은 $4s^{2}3d^{9}$이다. 단순 채움 순서로는 이렇게 생각하기 쉽지만, 구리는 완전히 찬 $3d^{10}$ 부껍질이 더 안정하므로 올바르게는 $4s^{1}3d^{10}$이다.

⑤ O
- $1s^{2}2s^{2}2p^{6}3s^{2}3p^{6}$은 $[Ar]$에 해당하고, 뒤의 $4s^{1}3d^{10}$까지 더하면 전자 수가 29개이다. 이는 구리의 가장 안정한 전자 배치이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 구리를 일반적인 오비탈 채움 순서대로 $3d^{9}4s^{2}$로 고르는 것이다. 구리와 크롬은 반쯤 찬 또는 완전히 찬 d 부껍질의 안정성 때문에 예외 배치를 보인다. 또 ①~③처럼 $2d$를 넣은 선지는 전자 수가 맞아 보여도 오비탈 자체가 불가능하므로 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 원자번호만큼 전자 수를 맞춘 뒤, 존재 가능한 오비탈인지 확인한다. 그다음 구리 Cu는 일반형 $[Ar]3d^{9}4s^{2}$가 아니라 예외적으로 $[Ar]3d^{10}4s^{1}$이라는 점을 적용한다.

암기 포인트

구리 Cu는 $[Ar]3d^{10}4s^{1}$, 크롬 Cr은 $[Ar]3d^{5}4s^{1}$로 외운다. $2d$ 오비탈은 존재하지 않는다.

NoteBase

문 18. 25°C**에서** 7mol**인 물에 비전해질이며 비휘발성인 용질** 3mol**을 용해시킨 용액의 증기 압력은? (단,** 25°C**에서 순수한 물의 증기 압력은** 24mmHg**이다.)**

① 10.8mmHg
② 14.2mmHg
③ 16.8mmHg
④ 20.5mmHg
⑤ 24.0mmHg

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 비휘발성 비전해질 용질을 녹였을 때 라울 법칙으로 용액의 증기 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물 7 mol, 비전해질·비휘발성 용질 3 mol, 순수한 물의 증기 압력 $24mmHg$
구해야 할 값: 용액의 증기 압력
주의할 조건: 비전해질이므로 입자 수 증가 계수 i를 곱하지 않고, 비휘발성이므로 증기 압력은 용매인 물의 몰분율에 비례한다.

사용할 공식

라울 법칙에 따라 비휘발성 용질이 녹아 있는 용액의 증기 압력은
$P_{solution} = X_{solvent} P^{\circ}_{solvent}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 용질이 비휘발성이면 용질은 증기압에 직접 기여하지 않고, 용매의 몰분율만큼 순수 용매의 증기 압력이 낮아진다.

계산 과정

1. 용매인 물의 몰분율을 구한다.
$X_{water} = \frac{7}{7+3} = 0.7$
2. 라울 법칙에 대입한다.
$P_{solution} = 0.7 \times 24mmHg = 16.8mmHg$
3. 따라서 용액의 증기 압력은 $16.8mmHg$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 10.8*mmHg*는 계산 결과 16.8*mmHg*와 다르다. 틀린 표현 10.8*mmHg* → 올바르게는 16.8*mmHg*이다.
② X: 14.2*mmHg*는 물의 몰분율 7/10을 곱한 값이 아니다. 틀린 표현 14.2*mmHg* → 올바르게는 16.8*mmHg*이다.
③ O: 물의 몰분율은 7/(7 + 3) = 0.7이고, 0.7 × 24*mmHg* = 16.8*mmHg*이므로 맞다.
④ X: 20.5*mmHg*는 용매 몰분율을 제대로 적용한 값이 아니다. 틀린 표현 20.5*mmHg* → 올바르게는 16.8*mmHg*이다.
⑤ X: 24.0*mmHg*는 순수한 물의 증기 압력으로, 용질을 넣은 뒤의 용액 증기 압력이 아니다. 틀린 표현 24.0*mmHg* → 올바르게는 16.8*mmHg*이다.
계산 결과 16.8*mmHg*이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 순수한 물의 증기 압력 24*mmHg*를 그대로 고르거나, 용질 3 mol을 기준으로 비율을 잡는 것이다. 증기 압력은 비휘발성 용질의 몰수가 아니라 용매인 물의 몰분율 7/(7 + 3)에 의해 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

비휘발성 용질을 녹인 증기 압력 문제는 먼저 용매의 몰분율을 구하고, 그 값을 순수 용매의 증기 압력에 곱해 판단한다. 비전해질이면 해리로 인한 입자 수 증가를 고려하지 않는다.

암기 포인트

비휘발성 비전해질 용액의 증기 압력은 $P = X_{solvent}P^{\circ}$이고, 여기서 $X_{solvent}$는 용매 mol을 전체 mol로 나눈 값이다.

NoteBase

문 19. 다음은 서로 다른 이온의 환원 반쪽 반응이다. 두 전극을 활용하여 전지를 구성할 때 생성되는 기전력은?

- $Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s)\ E^{\circ} = +0.80V$
- $Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Zn(s)\ E^{\circ} = -0.76V$

① $-1.56V$
② $-0.11V$
③ $+0.11V$
④ $+1.56V$
⑤ $+2.36V$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 표준 환원 전위가 서로 다른 두 반쪽 반응으로 전지를 만들 때 표준 전지 전위 E°_{cell}를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag,\ E^{\circ} = +0.80V$; $Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn,\ E^{\circ} = -0.76V$이다.
구해야 할 값: 두 전극으로 전지를 구성할 때 생성되는 표준 기전력이다.
주의할 조건: 표준 환원 전위가 더 큰 반응이 환원 전극(환원, cathode)이고, 다른 반응은 역방향 산화 반응으로 진행된다. 전위값은 반응식 계수에 따라 곱하지 않는다.

사용할 공식

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$
이 공식을 쓰는 이유: 표에 주어진 값이 모두 환원 전위이므로, 환원 전극의 환원 전위에서 산화 전극의 환원 전위를 빼면 전지의 표준 기전력이 된다.

계산 과정

1. $+0.80V$인 Ag 반응이 $-0.76V$인 Zn 반응보다 환원되기 쉽다. 따라서 Ag 전극은 환원 전극이다.
2. Zn 전극은 산화 전극이므로 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$로 뒤집히며, 산화 전위는 $+0.76V$이다.
3. 표준 전지 전위는 다음과 같다.
$E^{\circ}_{cell} = (+0.80) - (-0.76) = +1.56V$
따라서 생성되는 기전력은 $+1.56V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $-1.56V$는 계산값 $+1.56V$와 부호가 반대이다. 틀린 표현 $-1.56V$ → 올바르게는 $+1.56V$이다.
② X: $-0.11V$는 두 환원 전위의 합이나 차에서 올바르게 나오지 않는 값이며, 전극의 산화·환원 방향을 잘못 잡은 값이다. 틀린 표현 $-0.11V$ → 올바르게는 $+1.56V$이다.
③ X: $+0.11V$는 0.80과 0.76의 차처럼 처리한 오답이다. 전지는 큰 환원 전위에서 작은 환원 전위를 빼야 하므로 $+0.80-(-0.76)$을 계산한다. 틀린 표현 $+0.11V$ → 올바르게는 $+1.56V$이다.
④ O: $(+0.80)-(-0.76)=+1.56V$이므로 계산 결과와 일치한다.
⑤ X: $+2.36V$는 Ag의 환원 전위 $+0.80V$를 전자 수 2 때문에 두 배로 곱한 뒤 $+0.76V$와 더한 오답이다. 전위는 세기 성질이므로 반응식 계수로 곱하지 않는다. 틀린 표현 $+2.36V$ → 올바르게는 $+1.56V$이다.
계산 결과 $+1.56V$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 표준 환원 전위를 모두 환원 방향으로 제시했다는 점이다. Zn 반응은 실제 전지에서 산화되므로 부호를 뒤집어 $+0.76V$로 보아야 한다. 또한 Zn 반응의 전자 수가 2라고 해서 전위값 $-0.76V$ 또는 $+0.76V$를 2배로 곱하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

서로 다른 두 환원 전위가 주어지면 먼저 더 큰 환원 전위를 환원 전극으로 정한다. 그다음 $E^\circ_{\text{cell}}=E^\circ_{\text{cathode}}-E^\circ_{\text{anode}}$에 대입하고, 반응식 계수는 전위 계산에 곱하지 않는다고 판단한다.

암기 포인트

전지 전위는 큰 환원 전위에서 작은 환원 전위를 뺀 값이다. Ag-Zn 전지는 $+0.80-(-0.76)=+1.56V$이다.

NoteBase

문 20. 다음은 일정한 온도에서 일어난 화학 반응의 깁스 자유 에너지 변화식이다.
일정한 온도에서 반응이 자발적으로 일어날 수 없는 조건은? (H는 엔탈피, T는 온도, S는 엔트로피를 나타낸다.)

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

① $\Delta H < 0,\ \Delta S < 0$
② $\Delta H < 0,\ \Delta S > 0$
③ $\Delta H = 0,\ \Delta S > 0$
④ $\Delta H > 0,\ \Delta S < 0$
⑤ $\Delta H > 0,\ \Delta S > 0$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 깁스 자유 에너지 식 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$에서 반응이 자발적으로 일어날 수 없는 조건, 즉 $\Delta G > 0$이 되는 부호 조합을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 식: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
판단 기준: 일정한 온도에서 $\Delta G < 0$이면 자발적, $\Delta G = 0$이면 평형, $\Delta G > 0$이면 비자발적이다.
주의할 조건: 온도 T는 절대온도이므로 항상 양수이다.

사용할 공식

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 반응이 자발적으로 일어날 수 없는 조건을 묻고 있으므로, 엔탈피 변화와 엔트로피 변화의 부호가 ΔG의 부호를 어떻게 결정하는지 판단해야 한다.

계산 과정

1. 자발적으로 일어날 수 없는 조건은 $\Delta G > 0$이다.
2. $T > 0$이므로 $\Delta S < 0$이면 $-T\Delta S$는 양수가 된다.
3. $\Delta H > 0$이고 $\Delta S < 0$이면 Δ G=양수+양수가 되어 모든 온도에서 $\Delta G > 0$이다.
4. 따라서 일정한 온도에서 반응이 자발적으로 일어날 수 없는 부호 조합은 $\Delta H > 0,\ \Delta S < 0$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$이면 Δ G=음수+양수이다. 온도에 따라 ΔG의 부호가 달라질 수 있으므로 항상 자발적으로 일어날 수 없는 조건이 아니다. 틀린 표현 $\Delta H < 0$ → 올바르게는 비자발성이 항상 보장되려면 $\Delta H > 0$이어야 한다.

② X

- $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$이면 $-T\Delta S < 0$이므로 Δ G=음수+음수<0이다. 모든 온도에서 자발적이다. 틀린 표현 $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$ → 올바르게는 자발적 조건이다.

③ X

- $\Delta H = 0$, $\Delta S > 0$이면 $\Delta G = -T\Delta S < 0$이다. 모든 양의 온도에서 자발적이다. 틀린 표현 $\Delta H = 0$, $\Delta S > 0$ → 올바르게는 비자발적이 아니라 자발적 조건이다.

④ O

- $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$이면 $-T\Delta S > 0$이므로 Δ G=양수+양수>0이다. 따라서 일정한 온도에서 반응이 자발적으로 일어날 수 없다.

⑤ X

- $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$이면 Δ G=양수-양수이다. 낮은 온도에서는 비자발적일 수 있지만 높은 온도에서는 자발적일 수 있으므로 항상 자발적으로 일어날 수 없는 조건이 아니다. 틀린 표현 $\Delta S > 0$ → 올바르게는 항상 비자발적이려면 $\Delta S < 0$이어야 한다.

계산 결과 $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$에서 $\Delta G > 0$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 ΔH의 부호만 보고 흡열 반응이면 비자발적이라고 판단하는 것이다. 깁스 자유 에너지는 ΔH와 $-T\Delta S$를 함께 보아야 하며, 특히 $\Delta S < 0$일 때 $-T\Delta S$가 양수가 된다는 부호 전환을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

깁스 자유 에너지 문제는 먼저 $\Delta G < 0$ 자발적, $\Delta G > 0$ 비자발적을 정한 뒤, $T > 0$이므로 ΔS의 부호가 $-T\Delta S$에서 반대로 바뀐다는 점을 적용해 판단한다.

암기 포인트

$\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$이면 ΔG가 항상 양수이므로 모든 온도에서 비자발적이다. 반대로 $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$이면 ΔG가 항상 음수이므로 모든 온도에서 자발적이다.

NoteBase

문 21. 다음은 1L 바닷물에 포함된 이온별 몰수를 분석한 결과이다. 바닷물의 몰랄 농도는 몰농도와 같다고 가정할 때, 바닷물의 어는점 내림은? (단, 물의 밀도는 $1.00\mathrm{g}\cdot\mathrm{cm}^{-3}$, 어는점 내림 상수는 $1.86^\circ\mathrm{C}\cdot\mathrm{kg}\cdot\mathrm{mol}^{-1}$이다.)

이온	몰(mol)
Na^+	0.5
Cl^-	0.7
Mg^{2+}	0.2
SO_4^{2-}	0.3
Neutral Species	0.3

① $-5.58^\circ\mathrm{C}$

② $-3.72^\circ\mathrm{C}$

③ $-1.86^\circ\mathrm{C}$

④ $+1.86^\circ\mathrm{C}$

⑤ $+2.54^\circ\mathrm{C}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 용액 속 모든 용질 입자의 총 몰랄농도를 이용해 어는점 내림을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: Na^+ 0.5 mol, Cl^- 0.7 mol, Mg^{2+} 0.2 mol, SO_4^{2-} 0.3 mol, 중성종 0.3 mol이다.
구해야 할 값: 바닷물의 어는점이다.
주의할 조건: 바닷물의 몰랄농도는 몰농도와 같다고 가정하므로, 1L 용액에 들어 있는 각 입자의 몰수를 그대로 몰랄농도 계산에 사용할 수 있다. 물의 밀도 $1.00g/cm^3$ 조건은 1L를 약 1kg로 보는 가정을 뒷받침한다.

NoteBase

사용할 공식

$\Delta T_f = K_f m$

$T_f = 0 - \Delta T_f$

이 공식을 쓰는 이유: 어는점 내림은 용질의 종류가 아니라 용액 속 용질 입자 수에 비례하는 총괄성이다. 이미 이온별 몰수가 주어졌으므로 전해질의 해리 계수를 다시 곱하지 않고, 표에 있는 입자 몰수를 모두 더한다.

계산 과정

1. 표에 주어진 용질 입자 몰수를 모두 더한다.

$0.5 + 0.7 + 0.2 + 0.3 + 0.3 = 2.0$

2. 몰랄농도와 몰농도가 같다고 했으므로 총 몰랄농도는 $2.0 mol/kg$이다.

3. 어는점 내림을 계산한다.

$\Delta T_f = 1.86 \times 2.0 = 3.72^\circ C$

4. 순수한 물의 어는점 $0^\circ C$에서 3.72도 내려가므로 바닷물의 어는점은 $-3.72^\circ C$이다.

선지 판단

① X

- $-5.58^\circ C$는 어는점 내림을 $5.58^\circ C$로 본 값인데, 표의 모든 입자 몰수 합은 3.0이 아니라 2.0이다. 틀린 표현 $-5.58^\circ C$ → 올바르게는 $-3.72^\circ C$이다.

② O

- 총 몰랄농도는 $2.0 mol/kg$이고 $\Delta T_f = 1.86 \times 2.0 = 3.72^\circ C$이므로 어는점은 $-3.72^\circ C$이다.

③ X

- $-1.86^\circ C$는 총 몰랄농도를 $1.0 mol/kg$로 잘못 본 값이다. 표의 입자 몰수는 모두 더해야 하므로 총값은 2.0이다. 틀린 표현 $-1.86^\circ C$ → 올바르게는 $-3.72^\circ C$이다.

④ X

- $+1.86^\circ C$는 어는점 내림의 부호가 반대이고, 총 몰랄농도도 $1.0 mol/kg$로 잘못 잡은 값이다. 어는점 내림은 어는점을 낮추므로 양수가 될 수 없다. 틀린 표현 $+1.86^\circ C$ → 올바르게는 $-3.72^\circ C$이다.

⑤ X

- $+2.54^\circ C$는 어는점 내림 현상과 부호가 맞지 않으며, K_f와 총 몰랄농도 $2.0 mol/kg$를 곱한 값도 아니다. 틀린 표현 $+2.54^\circ C$ → 올바르게는 $-3.72^\circ C$이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 이온의 전하나 염의 화학식으로 다시 입자 수를 늘려 계산하게 만드는 점이다. 이 문제는 이미 Na^{+}, Cl^{-}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, 중성종의 몰수를 각각 제시했으므로 표의 수치를 그대로 모두 더한다. 또한 어는점 내림은 온도가 내려가는 현상이므로 최종 어는점은 음수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

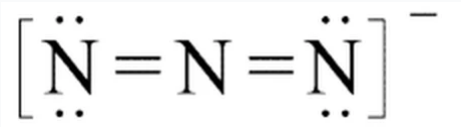
어는점 내림 문제는 먼저 용액 속 실제 입자 수를 세고, 그 합을 총 몰랄농도로 만든 뒤, $\Delta T_f = K_f m$을 적용한다. 이온별 몰수가 이미 주어지면 해리 계수를 추가로 곱하지 않는다고 판단한다.

암기 포인트

어는점 내림은 입자 수 총괄성이다. 이미 이온별로 나뉘어 있으면 모두 더하고, 결과는 $0^{\circ}C$보다 낮아진다.

NoteBase

문 22. 다음은 azide ion N_3^-의 루이스 구조이다. 가운데 있는 N과 양 끝에 있는 N의 형식 전하는?



① -1, +2

② 0, -1

③ +1, 0

④ +1, -1

⑤ +2, 0

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 루이스 구조에서 형식전하 공식을 이용해 가운데 N과 양 끝 N의 형식전하를 각각 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 구조는 azide ion N_3^-의 루이스 구조 $[:N=N=N:]^-$이다.
가운데 N은 양쪽 N과 각각 이중결합을 하고 비공유 전자쌍이 없다.
양 끝의 N은 각각 가운데 N과 이중결합을 하고 비공유 전자쌍 2개, 즉 비공유전자 4개를 가진다.
구해야 할 값은 가운데 N의 형식전하와 양 끝 N의 형식전하이다.

사용할 공식

형식전하 공식은 다음과 같다.
형식전하=원자가전자 수-비공유전자 수-결합전자 수2
질소의 원자가전자 수는 5이고, 루이스 구조에서 전자를 원자별로 배분해 전하를 계산해야 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

가운데 N은 비공유전자 수가 0이고, 양쪽 이중결합에 포함된 결합전자 수가 8이다.
$5-0-\frac{8}{2}=5-4=+1$
따라서 가운데 N의 형식전하는 $+1$이다.
양 끝의 N은 각각 비공유전자 수가 4이고, 이중결합 1개에 포함된 결합전자 수가 4이다.
$5-4-\frac{4}{2}=5-4-2=-1$
따라서 양 끝에 있는 N의 형식전하는 각각 -1이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- 선택지의 $-1,\ +2$는 가운데 N을 -1, 양 끝 N을 $+2$로 본 값이다. 실제 계산 결과는 가운데 N $+1$, 양 끝 N -1이므로 틀린 표현 $-1,\ +2$는 올바르게는 $+1,\ -1$이다.

② X

- 선택지의 $0,\ -1$은 양 끝 N의 형식전하 -1은 맞지만 가운데 N을 0으로 본 점이 틀리다. 가운데 N은 결합전자 8개의 절반인 4개를 배정받으므로 $5-4=+1$이다. 틀린 표현 $0,\ -1$은 올바르게는 $+1,\ -1$이다.

③ X

- 선택지의 $+1$, 0은 가운데 N의 형식전하 $+1$은 맞지만 양 끝 N을 0으로 본 점이 틀리다. 양 끝 N은 비공유전자 4개와 이중결합 전자 절반 2개를 배정받아 $5-4-2=-1$이다. 틀린 표현 $+1$, 0은 올바르게는 $+1,\ -1$이다.

④ O

- 가운데 N은 $+1$, 양 끝 N은 각각 -1이므로 문제에서 묻는 순서인 가운데 N, 양 끝 N에 맞게 $+1,\ -1$이다.

⑤ X

- 선택지의 $+2$, 0은 가운데 N과 양 끝 N의 전자 배분을 모두 잘못 계산한 값이다. 가운데 N은 $+1$, 양 끝 N은 -1이다. 틀린 표현 $+2$, 0은 올바르게는 $+1,\ -1$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전체 이온의 전하 -1과 각 원자의 형식전하를 혼동하게 하는 것이다. 가운데 N은 전자를 잃은 것처럼 계산되어 $+1$, 양 끝 N은 각각 -1이 되며, 세 원자의 형식전하 합은 $+1-1-1=-1$로 전체 전하와 일치한다.

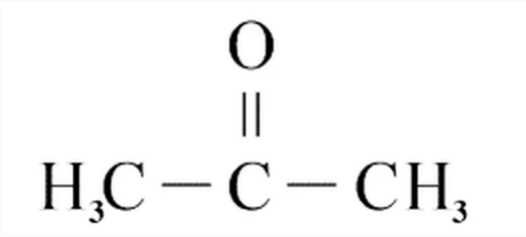
다시 나오면 이렇게 판단

형식전하 문제는 원자가전자 수, 비공유전자 수, 결합전자 절반을 원자별로 따로 계산한 뒤 전체 형식전하의 합이 이온 전체 전하와 맞는지 확인한다.

암기 포인트

형식전하는 원자가전자에서 자기 몫의 전자를 뺀 값이다. $[:\underset{\cdot}{N}=N=N:]^-$ 구조에서는 가운데 N이 $+1$, 양 끝 N이 각각 -1이다.

문 23. 다음 화합물의 명명법은?



① propanal

② propanone

③ 2-pentanone

④ propanoic acid

⑤ 1,3-dimethyl carbonyl

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 구조식에서 탄소 3개 사슬의 가운데 탄소가 C=O를 이루고 양쪽에 CH3가 붙어 있는 케톤 구조를 보고 화합물명을 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
propanal은 3탄소 알데하이드로, 말단에 -CHO가 있어야 한다. 제시된 구조는 C=O 탄소가 사슬 가운데 있고 양쪽에 CH3가 붙어 있으므로 알데하이드가 아니다. 틀린 표현 propanal → 올바르게는 propanone이다.

② O
propanone은 CH3-CO-CH3 구조의 3탄소 케톤이다. 카보닐 탄소가 가운데에 있어 가장 짧은 3탄소 케톤이므로 제시된 화합물의 명칭과 일치한다.

③ X
2-pentanone은 전체 탄소가 5개인 케톤이고, 카보닐기가 2번 탄소에 있는 구조이다. 제시된 구조는 탄소가 3개뿐이므로 pentanone이 아니다. 틀린 표현 2-pentanone → 올바르게는 propanone이다.

④ X
propanoic acid는 3탄소 카복실산으로 -COOH기를 가져야 한다. 제시된 구조에는 -OH가 결합한 카복실기가 없고, 가운데 C=O만 있는 케톤이다. 틀린 표현 propanoic acid → 올바르게는 propanone이다.

⑤ X
1,3-dimethyl carbonyl은 이 구조의 표준 IUPAC 명칭이 아니다. CH3-CO-CH3는 관용적으로 dimethyl ketone이라고 부를 수 있지만, 체계명으로는 3탄소 케톤인 propanone이다. 틀린 표현 1,3-dimethyl carbonyl → 올바르게는 propanone이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 C=O만 보고 알데하이드나 카복실산으로 고르는 것이다. 알데하이드는 말단 -CHO, 카복실산은 -COOH가 필요하지만, 이 구조는 C=O 탄소 양쪽이 모두 탄소에 연결된 케톤이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 C=O 탄소의 양옆을 확인한다. C=O 탄소가 탄소 두 개 사이에 있으면 케톤이고, 전체 탄소 수가 3개이면 어미를 -one으로 붙여 propanone이 된다.

암기 포인트

CH3-CO-CH3는 acetone의 구조이며, IUPAC 명칭은 propanone이다.

문 24. 다음 화학 반응식의 평형 상수식은? (단, P_x는 화학종 x의 부분 압력이다.)

$2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$

① $\frac{[P_{NO}][P_{Cl_2}]}{[P_{NOCl}]^2}$
② $\frac{[P_{NO}][P_{Cl_2}]}{[P_{NOCl}]}$
③ $\frac{[P_{NO}]^2[P_{Cl_2}]}{[P_{NOCl}]^2}$
④ $\frac{[P_{NO}]^2[P_{Cl_2}]^2}{[P_{NOCl}]^2}$
⑤ $\frac{[P_{NO}]^2[P_{Cl_2}]}{[P_{NOCl}]}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 기체 반응의 평형상수 K_p를 쓸 때, 생성물의 부분압력을 분자에, 반응물의 부분압력을 분모에 두고 각 화학종의 계수를 지수로 반영하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응식: $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$
구해야 할 값: 부분압력으로 나타낸 평형상수식 K_p
주의할 조건: P_x는 화학종 x의 부분압력이므로 농도 기호가 아니라 부분압력 기호를 사용한다.

사용할 공식

일반적으로 $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$이면
$K_p = \frac{(P_C)^c(P_D)^d}{(P_A)^a(P_B)^b}$
평형상수식은 생성물/반응물의 형태이고, 반응식의 계수는 각 부분압력 항의 지수가 되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

반응물은 $NOCl$이고 계수가 2이므로 분모는 $(P_{NOCl})^2$이다.
생성물은 NO와 Cl_2이다. NO의 계수는 2이므로 $(P_{NO})^2$, Cl_2의 계수는 1이므로 P_{Cl_2}가 된다.
따라서
$K_p = \frac{(P_{NO})^2 P_{Cl_2}}{(P_{NOCl})^2}$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- NO의 계수 2를 지수로 반영하지 않았다. 틀린 표현 $P_{NO}P_{Cl_2}$ → 올바르게는 $(P_{NO})^2P_{Cl_2}$이다.

② X

- NO의 계수 2와 $NOCl$의 계수 2를 모두 지수로 반영하지 않았다. 틀린 표현 P_{NO}, P_{NOCl} → 올바르게는 각각 $(P_{NO})^2$, $(P_{NOCl})^2$이다.

③ O

- 생성물 NO는 계수 2라서 $(P_{NO})^2$, 생성물 Cl_2는 계수 1이라서 P_{Cl_2}, 반응물 $NOCl$은 계수 2라서 $(P_{NOCl})^2$가 된다.

④ X

- Cl_2의 계수는 1인데 2제곱으로 처리했다. 틀린 표현 $(P_{Cl_2})^2$ → 올바르게는 P_{Cl_2}이다.

⑤ X

- 분모의 $NOCl$ 계수 2를 지수로 반영하지 않았다. 틀린 표현 P_{NOCl} → 올바르게는 $(P_{NOCl})^2$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 반응식 앞의 계수 2를 단순히 무시하거나, 모든 생성물에 같은 제곱을 붙이는 것이다. 이 반응에서는 NO와 $NOCl$만 계수가 2이고, Cl_2는 계수가 1이다.

다시 나오면 이렇게 판단

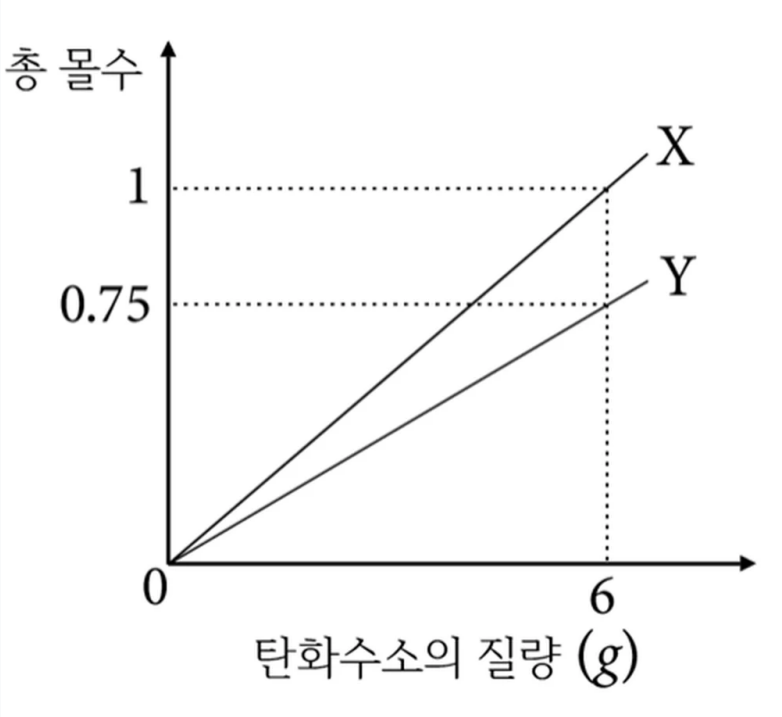
기체 평형상수식은 생성물을 분자, 반응물을 분모에 놓고, 각 화학종 바로 앞의 반응계수를 해당 부분압력의 지수로 바꾸어 판단한다.

암기 포인트

K_p는 부분압력으로 쓰는 평형상수이고, 계수는 곱하는 수가 아니라 지수이다.

NoteBase

문 25. 다음은 탄화수소 X와 Y를 각각 완전 연소시켰을 때 탄화수소의 질량과 생성된 물질의 총 몰수 간의 관계를 도식화한 것이다. X의 실험식량Y의 실험식량은? (단, H, C의 원자량은 각각 1, 12이다.)



① $\frac{3}{8}$
② $\frac{1}{2}$
③ $\frac{5}{8}$
④ $\frac{3}{4}$
⑤ $\frac{7}{8}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 탄화수소 C_xH_y의 완전연소에서 생성물 총 몰수와 질량의 기울기를 이용해 실험식을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 탄화수소 질량이 $6g$일 때 X의 생성물 총 몰수는 1, Y의 생성물 총 몰수는 0.75이다.
구해야 할 값: X의 실험식량 / Y의 실험식량이다.
주의할 조건: 문제는 분자량이 아니라 실험식량을 묻는다.

NoteBase

사용할 공식

탄화수소 C_xH_y의 완전연소식은 다음과 같다.

$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right)O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$

탄화수소 1몰이 완전연소하면 생성물 총 몰수는 $x + \frac{y}{2}$몰이다. 따라서 질량 mg에 대한 생성물 총 몰수는 $\frac{m}{12x+y}\left(x + \frac{y}{2}\right)$이다.

이 공식을 쓰는 이유: 그래프의 기울기가 탄화수소 $1g$당 생성물 총 몰수이므로 $\frac{x+y/2}{12x+y}$와 같다.

계산 과정

1. X는 $6g$에서 생성물 총 몰수가 1이므로 기울기는 $\frac{1}{6}$이다.

$\frac{x+y/2}{12x+y} = \frac{1}{6}$

$6x + 3y = 12x + y$

$y = 3x$

따라서 X의 원자수비는 $C : H = 1 : 3$, 실험식은 CH_3, 실험식량은 $12 + 3 = 15$이다.

2. Y는 $6g$에서 생성물 총 몰수가 0.75이므로 기울기는 $\frac{0.75}{6} = \frac{1}{8}$이다.

$\frac{x+y/2}{12x+y} = \frac{1}{8}$

$8x + 4y = 12x + y$

$3y = 4x$

따라서 Y의 원자수비는 $C : H = 3 : 4$, 실험식은 C_3H_4, 실험식량은 $36 + 4 = 40$이다.

3. 실험식량의 비는 $\frac{15}{40} = \frac{3}{8}$이다.

선지 판단

① O

- 계산 결과 X의 실험식량은 15, Y의 실험식량은 40이므로 $\frac{15}{40} = \frac{3}{8}$이다.

② X

- $\frac{1}{2}$가 아니라 $\frac{3}{8}$이다. 틀린 표현 $\frac{1}{2}$ → 올바르게는 $\frac{3}{8}$이다.

③ X

- $\frac{5}{8}$가 아니라 $\frac{3}{8}$이다. 틀린 표현 $\frac{5}{8}$ → 올바르게는 $\frac{3}{8}$이다.

④ X

- $\frac{3}{4}$가 아니라 $\frac{3}{8}$이다. $\frac{3}{4}$는 X를 가능한 분자식 C_2H_6으로 보아 분자량 30을 쓴 경우 Y의 40과 비교해 나오는 값이고, 문제는 실험식량을 묻는다. 틀린 표현 $\frac{3}{4}$ → 올바르게는 $\frac{3}{8}$이다.

⑤ X

- $\frac{7}{8}$가 아니라 $\frac{3}{8}$이다. 틀린 표현 $\frac{7}{8}$ → 올바르게는 $\frac{3}{8}$이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 X에서 $y = 3x$가 나왔을 때 안정한 실제 분자식 C_2H_6의 분자량 30을 쓰는 것이다. 이 문제는 실험식량을 묻기 때문에 X는 CH_3의 실험식량 15를 써야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

탄화수소 완전연소 그래프에서는 먼저 기울기 생성물 총 몰수탄화수소 질량를 구하고, 이를 $\frac{x + y/2}{12x + y}$와 같게 둔다. 그다음 원자수비를 가장 간단한 정수비로 줄여 실험식량을 계산한다.

암기 포인트

완전연소 생성물 총 몰수는 $CO_2 + H_2O = x + \frac{y}{2}$이고, 실험식량은 가장 간단한 $C : H$ 정수비의 질량이다.

NoteBase