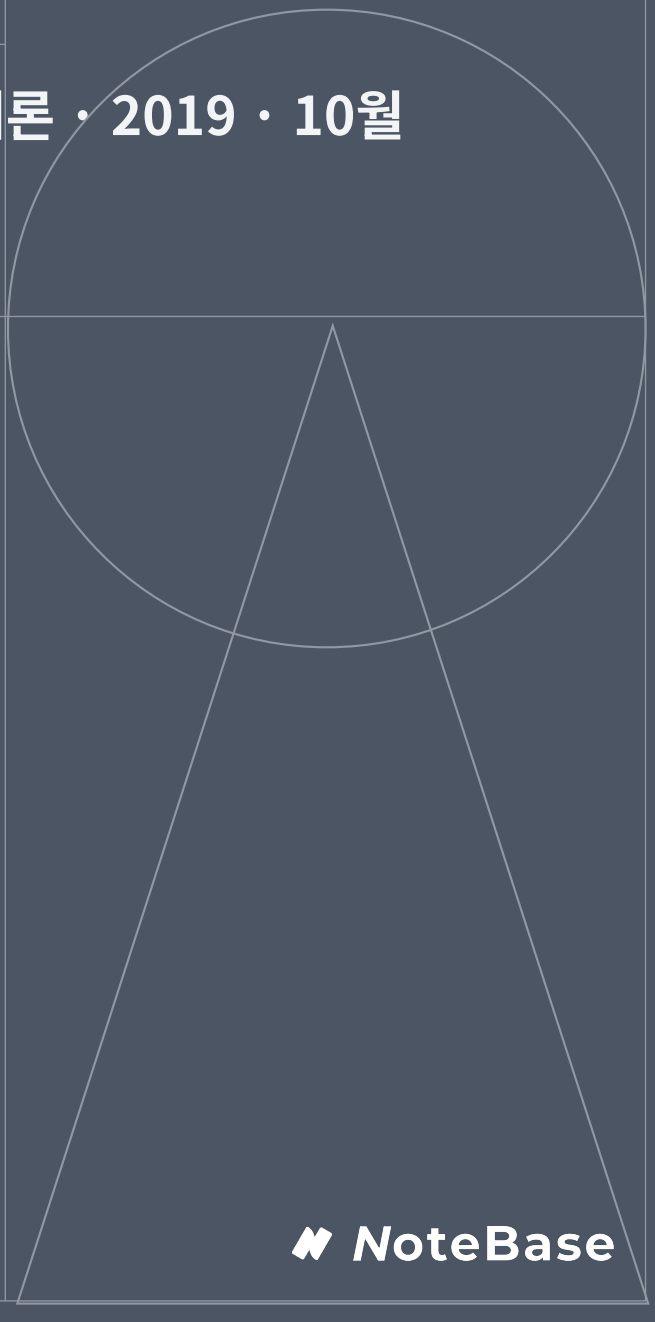
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2019 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2019 · 10월

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2019 · 10월

문 1. 실험식이 CH_2인 어떤 탄화수소 1몰을 밀폐된 용기에서 5몰의 산소 O_2로 완전 연소시켰다. 반응 후 용기에 잔류하는 산소가 0.5몰이었다면, 이 탄화수소의 분자식은? (단, 반응 전과 후의 온도와 부피는 동일한 것으로 가정한다.)

① C_2H_4

② C_3H_6

③ C_4H_8

④ C_5H_{10}

정답 2번

출제 포인트

실험식이 CH_2인 탄화수소를 $(CH_2)_n = C_nH_{2n}$으로 두고, 완전 연소에 사용된 산소 몰수로 n을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 탄화수소 1몰, 산소 5몰, 반응 후 남은 산소 0.5몰이다.
구해야 할 값: 탄화수소의 분자식이다.
주의할 조건: 실제로 반응한 산소는 $5 - 0.5 = 4.5$몰이다.

사용할 공식

$(CH_2)_n = C_nH_{2n}$
$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$
실험식이 CH_2이면 분자식은 C_nH_{2n} 꼴이고, 완전 연소 시 탄소 1개당 산소 1몰, 수소 2개당 산소 $\frac{1}{2}$몰이 필요하므로 총 산소 소모량은 $\frac{3n}{2}$몰이 된다.

계산 과정

1. 탄화수소의 분자식을 $(CH_2)_n$으로 두면 C_nH_{2n}이다.
2. 반응한 산소는 $5 - 0.5 = 4.5$몰이다.
3. 완전 연소식에서 산소 소모량은 $\frac{3n}{2}$몰이므로 $\frac{3n}{2} = 4.5$이다.
4. 따라서 $3n = 9$, $n = 3$이므로 분자식은 C_3H_6이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: C_2H_4라면 필요한 산소는 $\frac{3\times 2}{2}=3$몰이다. 실제 소모량 4.5몰과 맞지 않는다. 틀린 표현은 '분자식이 C_2H_4'라는 점이며, 올바르게는 C_3H_6이다.
② O: C_3H_6라면 필요한 산소는 $\frac{3\times 3}{2}=4.5$몰이다. 남은 산소 0.5몰을 제외한 실제 소모량과 정확히 일치한다.
③ X: C_4H_8라면 필요한 산소는 $\frac{3\times 4}{2}=6$몰이다. 처음 주어진 산소 5몰보다도 많이 필요하므로 성립할 수 없다. 틀린 표현은 '분자식이 C_4H_8'라는 점이며, 올바르게는 C_3H_6이다.
④ X: C_5H_{10}이라면 필요한 산소는 $\frac{3\times 5}{2}=7.5$몰이다. 실제 소모량 4.5몰과 차이가 크다. 틀린 표현은 '분자식이 C_5H_{10}'라는 점이며, 올바르게는 C_3H_6이다.

오답 포인트

남은 산소 0.5몰을 빼지 않고 5몰 전체를 반응량으로 넣으면 $\frac{3n}{2}=5$로 잘못 세우게 된다. 또 실험식 CH_2를 바로 C_1H_2로 확정하지 않고, 반드시 $(CH_2)_n$으로 두어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

실험식이 주어지면 먼저 분자식을 (실험식)_n으로 둔다. 그다음 반응 전후 차이로 실제 소모 몰수를 구하고, 연소식의 산소 계수와 같게 두어 n을 결정하면 된다.

암기 포인트

실험식 CH_2인 탄화수소는 C_nH_{2n}, 완전 연소 시 산소 소모량은 항상 $\frac{3n}{2}$몰이다.

NoteBase

문 2. <보기 1>과 같은 바닥상태 전자배치를 가지는 중성원자 A와 중성원자 B에 대한 <보기 2>의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기 1>
A : $1s^2 2s^2 2p^5$ B : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

<보기 2>
ㄱ. 홀전자 개수는 A와 B가 동일하다.
ㄴ. 제1 이온화 에너지는 B가 A보다 더 크다.
ㄷ. 이온반지름은 B의 양이온(B^+)이 A의 음이온(A^-)보다 더 크다.
ㄹ. B가 들뜬 상태가 되면(B^* : $1s^2 2s^2 2p^6 4s^1$) 제1 이온화 에너지가 더 작아진다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 원자의 전자배치로부터 홀전자 수, 제1 이온화 에너지, 등전자 이온의 반지름, 들뜬 상태의 이온화 용이성을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

A는 전자배치가 $1s^2 2s^2 2p^5$인 F이고, B는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$인 Na이다.
홀전자 수는 짝지어지지 않은 전자 수를 뜻하므로 F의 $2p^5$는 1개, Na의 $3s^1$도 1개이다.
제1 이온화 에너지는 전자를 떼어 내기 어려울수록 크며, 같은 주기 경향이 아니라면 일반적으로 Na처럼 가장 바깥 전자가 멀리 있는 알칼리 금속이 F보다 훨씬 작다.
Na^+와 F^-는 모두 10전자 등전자종이며, 등전자종에서는 핵전하가 클수록 반지름이 작으므로 Na^+가 F^-보다 작다.
들뜬 상태 B^*의 $1s^2 2s^2 2p^6 4s^1$은 바닥상태의 $3s^1$보다 전자가 더 높은 에너지 준위에 있어 제거가 더 쉽다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2019 · 10월

선지별 해설

① X
ㄱ은 옳고 ㄴ은 틀리므로 전체 조합은 틀리다.
ㄱ: O. A(F)는 $2p^5$에서 홀전자 1개, B(Na)는 $3s^1$에서 홀전자 1개이므로 같다.
ㄴ: X. 틀린 부분은 "제1 이온화 에너지는 B가 A보다 더 크다"이다. 올바르게는 A(F)의 제1 이온화 에너지가 B(Na)보다 더 크다.

② X
ㄴ과 ㄷ이 모두 틀리므로 전체 조합은 틀리다.
ㄴ: X. 틀린 부분은 "B가 A보다 더 크다"이다. 올바르게는 A가 B보다 더 크다.
ㄷ: X. 틀린 부분은 "B의 양이온(B +)이 A의 음이온(A −)보다 더 크다"이다. 올바르게는 Na +와 F −는 등전자종이므로 핵전하가 더 큰 Na +가 더 작다.

③ X
ㄹ은 옳지만 ㄷ이 틀리므로 전체 조합은 틀리다.
ㄷ: X. Na +가 F −보다 크지 않다. 올바르게는 Na +가 F −보다 작다.
ㄹ: O. B가 들뜬 상태 $1s^2 2s^2 2p^6 4s^1$가 되면 최외각 전자가 4 s에 있어 바닥상태 3 s 전자보다 더 쉽게 떨어져 나가므로 제1 이온화 에너지가 더 작아진다.

④ O
ㄱ과 ㄹ이 모두 옳으므로 전체 조합이 맞다.
ㄱ: O. 두 원자 모두 홀전자가 1개이다.
ㄹ: O. 들뜬 상태에서는 전자가 더 높은 준위에 있어 제거가 쉬워져 제1 이온화 에너지가 감소한다.

오답 포인트

ㄴ과 ㄷ에서 주기율 경향과 이온 반지름 경향을 뒤집어 놓은 점이 함정이다. 특히 Na +와 F −를 단순히 양이온, 음이온으로만 보고 음이온이 항상 작다고 착각하면 ㄷ을 잘못 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자배치가 주어지면 먼저 원소를 확인하고, 그다음 홀전자 수를 센다. 이온 반지름은 등전자종인지 먼저 본 뒤 핵전하가 큰 쪽이 더 작다고 판단한다. 들뜬 상태는 최외각 전자가 더 높은 준위로 올라간 상태이므로 보통 이온화가 더 쉬워진다고 판단할 수 있다.

암기 포인트

F는 이온화 에너지가 크고, Na는 작다. 등전자종 반지름은 핵전하가 클수록 작다. 들뜬 상태의 전자는 더 쉽게 떨어진다.

NoteBase

문 3. <보기>의 화합물 중에서 동일한 기하구조를 지닌 것을 옳게 짝지은 것은? (단, 모든 화합물은 가장 안정한 상태에 있다고 가정한다.)

<보기>

ㄱ. CO_2

ㄴ. H_2O

ㄷ. HCN

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 VSEPR에 따라 분자의 기하구조를 판별하고, 서로 같은 분자기하를 가진 화합물을 고르는 문제이다.

핵심 개념

분자기하는 중심 원자 주위의 전자영역 수와 비공유전자쌍 유무로 결정된다.
CO2는 중심 C에 전자영역이 2개이고 비공유전자쌍이 없어 선형이다.
H2O는 중심 O에 결합쌍 2개와 비공유전자쌍 2개가 있어 굽은형이다.
HCN은 중심 C에서 H-C와 C≡N이 각각 하나의 전자영역으로 작용하여 선형이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 CO2로 선형이고 ㄴ은 H2O로 굽은형이므로 같은 기하구조가 아니다.
틀린 부분은 "ㄱ, ㄴ"이라는 묶음이다. 올바르게는 "ㄱ, ㄷ"이다.

② O
ㄱ은 CO2, ㄷ은 HCN으로 둘 다 중심 원자 주위 전자영역이 2개인 선형 분자이다. 따라서 같은 기하구조를 가진 것을 옳게 짝지은 선택지이다.

③ X
ㄴ은 H2O로 굽은형이고 ㄷ은 HCN으로 선형이므로 같은 기하구조가 아니다.
틀린 부분은 "ㄴ, ㄷ"이라는 묶음이다. 올바르게는 "ㄱ, ㄷ"이다.

④ X
ㄱ과 ㄷ은 선형이지만 ㄴ은 굽은형이므로 셋 모두 같은 기하구조가 아니다.
틀린 부분은 "ㄱ, ㄴ, ㄷ" 전체를 같은 기하구조로 본 점이다. 올바르게는 "ㄱ, ㄷ만 같은 기하구조"이다.

오답 포인트

H2O를 원자 수가 3개라는 이유만으로 CO2, HCN과 같은 선형으로 착각하기 쉽다. 이 문항의 함정은 원자 수가 아니라 중심 원자의 비공유전자쌍 유무가 분자기하를 바꾼다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 분자에서 중심 원자를 잡고 전자영역 수를 센 뒤, 비공유전자쌍이 있는지를 먼저 본다. 전자영역이 2개이고 비공유전자쌍이 없으면 선형, 결합쌍 2개에 비공유전자쌍 2개이면 굽은형으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

CO2, HCN은 선형, H2O는 비공유전자쌍 때문에 굽은형이다.

NoteBase

문 4. 물 500 g에 23 g 에틸 알코올 (CH_3CH_2OH, 분자량 46g/mol)이 섞여 있다. 이 혼합 용액의 어는점[℃]은? (단, 물의 어는점은 0℃이며, 물의 어는점 내림 상수는 1.86(℃·kg)/mol이다.)

① -0.93℃

② -1.86℃

③ -2.79℃

④ -3.72℃

정답 2번

출제 포인트

어는점 내림 공식 $\Delta T_f = iK_f m$에서 비전해질 에탄올의 몰랄농도를 구해 혼합 용액의 어는점을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물 500 g = 0.5 kg, 에탄올 23 g, 에탄올 분자량 46g/mol, 물의 어는점 내림 상수 $K_f = 1.86^\circ C \cdot kg/mol$이다.
구해야 할 값: 혼합 용액의 어는점이다.
주의할 조건: 용매 질량은 물 500 g만 쓰고, 에탄올은 비전해질이므로 $i = 1$이다.

사용할 공식

Δ T_f = iK_f m, m = 용질 몰수용매 질량(kg)
이 공식을 쓰는 이유: 어는점 내림은 용질 입자 수에 비례하고, 문제에서 용질의 질량과 분자량, 용매 질량, K_f가 모두 주어졌기 때문이다.

계산 과정

1. 에탄올의 몰수는 $\frac{23}{46} = 0.5mol$이다.
2. 몰랄농도는 $m = \frac{0.5}{0.5} = 1m$이다.
3. 어는점 내림은 $\Delta T_f = 1 \times 1.86 \times 1 = 1.86^\circ C$이다.
4. 혼합 용액의 어는점은 $0 - 1.86 = -1.86^\circ C$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- $-0.93^\circ C$는 에탄올 몰수 $0.5mol$에 K_f만 곱하고 용매 0.5 kg으로 나누지 않은 값이다. 틀린 표현은 최종 어는점을 $-0.93^\circ C$로 본 점이며, 올바르게는 몰랄농도 $1m$를 반영해 $-1.86^\circ C$가 된다.

② O

- 계산 결과가 $-1.86^\circ C$이므로 맞다. 에탄올은 비전해질이어서 입자수 인자 i를 1로 두는 점도 일치한다.

③ X

- $-2.79^\circ C$는 올바른 몰랄농도 $1m$와 맞지 않는 값이다. 틀린 표현은 어는점을 $-2.79^\circ C$로 본 점이며, 올바르게는 어는점 내림이 $1.86^\circ C$만큼 일어나므로 어는점은 $-1.86^\circ C$이다.

④ X

- $-3.72^\circ C$는 에탄올을 전해질처럼 $i = 2$로 두어 어는점 내림을 두 배로 본 경우의 값이다. 틀린 표현은 에탄올이 두 입자로 해리된다고 본 점이며, 올바르게는 에탄올은 해리되지 않아 $i = 1$이고 어는점은 $-1.86^\circ C$이다.

오답 포인트

용질 몰수만 구하고 용매 질량 500 g을 0.5 kg로 바꾸지 않으면 ①처럼 틀리기 쉽다. 또 에탄올을 전해질처럼 취급하면 ④처럼 입자수 인자를 잘못 곱하는 오류가 생긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

어는점 내림 문제는 먼저 용질 몰수와 용매 kg를 구해 몰랄농도를 만든 뒤, 용질이 전해질인지 비전해질인지 판단해 i 값을 정하고 ΔT_f를 계산하면 된다.

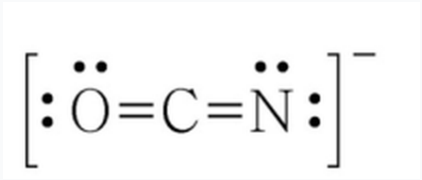
암기 포인트

어는점 내림은 iK_fm이며, 비전해질은 $i = 1$이고 최종 어는점은 순수 용매의 어는점에서 ΔT_f만큼 내려간 값이다.

NoteBase

문 5. 시안산OCN^-의 공명구조에서 O의 형식전하가 -1인 것은?

① 

② 

③ 

④ 해당사항 없음

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 공명구조에서 결합 차수와 비공유전자쌍 수를 보고 O의 형식전하를 계산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

형식전하는 원자가전자 수에서 비공유전자 수와 결합수의 합을 뺀 값이다.
O는 원자가전자 6개이므로 단일결합 1개와 비공유전자쌍 3개이면 형식전하가 -1, 이중결합 1개와 비공유전자쌍 2개이면 0, 삼중결합 1개와 비공유전자쌍 1개이면 +1이 된다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2019 · 10월

선지별 해설

① O

O는 C와 단일결합 1개를 하고 비공유전자쌍이 3개이므로 형식전하는 $6-6-1=-1$이다. 따라서 O의 형식전하가 -1인 공명구조는 ①이다.

② X

틀린 부분은 이 구조에서 O의 형식전하가 -1이라고 볼 수 있다는 점이다.
실제로는 O가 C와 이중결합을 하고 비공유전자쌍이 2개이므로 형식전하는 $6-4-2=0$이다.

③ X

틀린 부분은 이 구조에서 O의 형식전하가 -1이라고 볼 수 있다는 점이다.
실제로는 O가 C와 삼중결합을 하고 비공유전자쌍이 1개이므로 형식전하는 $6-2-3=+1$이다.

④ X

틀린 부분은 "해당사항 없음"이라는 표현이다.
실제로는 ①에서 O의 형식전하가 -1이므로 해당사항이 있다.

오답 포인트

공명구조의 안정성이나 전체 음전하 위치만 보고 찍으면 틀리기 쉽다. 이 문항은 O에 그려진 비공유전자쌍 수와 O-C 결합 차수를 함께 세지 않으면 ②를 고르기 쉬운 함정이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자 하나의 형식전하를 묻는 문항은 그 원자만 떼어 원자가전자 수, 비공유전자 수, 결합수를 바로 대입해 판단한다. O는 단일결합이면 -1, 이중결합이면 0, 삼중결합이면 +1로 빠르게 정리할 수 있다.

암기 포인트

산소의 형식전하 판단은 단일결합 -1, 이중결합 0, 삼중결합 +1이다.

NoteBase

문 6. 온도 25℃에서 <보기>와 같은 열역학적 특성을 가지는 이온성 고체 NaF(s)의 용해과정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, ΔH_1, ΔH_2, ΔH_3는 각각 격자엔탈피, 수화엔탈피, 용해엔탈피이며, ΔG_3는 용해반응에 대한 깁스(Gibbs) 자유에너지이다.)

<보기>

- $NaF(s) \rightarrow Na^+(g) + F^-(g)\ \Delta H_1 = xkJ/mol$
- $Na^+(g) + F^-(g) \rightarrow Na^+(aq) + F^-(aq)\ \Delta H_2 = -927kJ/mol$
- $NaF(s) \rightarrow Na^+(aq) + F^-(aq)\ \Delta H_3 = 3.0kJ/mol$

$\Delta G_3 = 8.0kJ/mol$

① ΔH_1은 흡열과정이다.

② $\Delta H_2 = \Delta H_3 - \Delta H_1$의 관계를 가진다.

③ NaF가 물에 용해될 때 엔트로피는 증가한다.

④ NaF가 물에 용해될 때 수용액의 온도는 내려간다.

정답 3번

출제 포인트

격자엔탈피, 수화엔탈피, 용해엔탈피의 관계를 헤스의 법칙으로 연결하고, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$로 용해 시 엔트로피 변화의 부호를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

격자엔탈피 ΔH_1는 이온결정을 기체 이온으로 분리하는 데 필요한 엔탈피이므로 보통 양수이다.
수화엔탈피 ΔH_2는 기체 이온이 물에 둘러싸이며 안정화될 때의 엔탈피이므로 보통 음수이다.
용해엔탈피 ΔH_3는 전체 용해과정의 엔탈피 변화이며 $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$를 따른다.
깁스 자유에너지는 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$이므로 ΔG와 ΔH의 크기 관계로 ΔS의 부호를 판정할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O

NaF(s)를 $Na^+(g)$와 $F^-(g)$로 분리하는 과정은 결정 격자를 깨는 과정이므로 흡열이다. 실제로 $\Delta H_1 = \Delta H_3 - \Delta H_2 = 3.0 - (-927) = 930$kJ/mol이어서 양수이다.

② O

헤스의 법칙에 따라 전체 용해과정은 격자 분리 단계와 수화 단계의 합이므로 $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$이다. 따라서 $\Delta H_2 = \Delta H_3 - \Delta H_1$가 성립한다.

③ X

용해반응에 대해 $\Delta G_3 = \Delta H_3 - T\Delta S$이고, 주어진 값은 $\Delta G_3 = 8.0$kJ/mol, $\Delta H_3 = 3.0$kJ/mol이다. 따라서 $8.0 = 3.0 - T\Delta S$이므로 $-T\Delta S = 5.0$이고 $T > 0$에서 $\Delta S < 0$이다. 틀린 표현은 '엔트로피는 증가한다'이며, 올바르게는 '엔트로피는 감소한다'이다.

④ O

$\Delta H_3 = 3.0$kJ/mol으로 용해가 흡열이므로 NaF가 녹을 때 주변에서 열을 빼앗는다. 따라서 수용액의 온도는 내려간다.

오답 포인트

용해가 일어나면 무조건 엔트로피가 증가한다고 단정하기 쉽다는 점이 함정이다. 이 문항은 이온이 물속에서 더 규칙적으로 배열될 수 있다는 점을 ΔG와 ΔH의 수치 차이로 묻고 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$로 엔탈피 관계를 정리한다. 그다음 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$에 대입해 $\Delta G - \Delta H = -T\Delta S$의 부호를 본다. 양의 온도에서 $\Delta G > \Delta H$이면 $\Delta S < 0$이고, $\Delta H > 0$이면 용해는 흡열이어서 용액은 식는다.

암기 포인트

용해는 항상 엔트로피 증가가 아니며, $\Delta G > \Delta H$이면 $\Delta S < 0$이고 $\Delta H > 0$이면 주변은 식는다.

NoteBase

문 7. <보기>의 반응이 평형 상태에 있을 때, 일정한 부피와 온도에서 아르곤 기체를 첨가한 결과로 가장 옳은 것은?

<보기>

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

① 평형 상수는 감소한다.

② 평형 상수는 증가한다.

③ 평형 상수의 변화는 없다.

④ 기체 입자의 몰수가 작아지는 방향으로 반응이 이동한다.

정답 3번

출제 포인트

평형상수의 온도의존성과, 일정한 부피에서 비활성 기체를 넣을 때 평형이동이 일어나는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

평형상수 K는 반응식이 정해지면 온도에 의해서만 결정되는 값이다.
일정한 부피와 온도에서 아르곤 같은 비활성 기체를 추가하면 전체 압력은 커지지만 N_2, H_2, NH_3의 몰수와 부분압은 변하지 않아 반응지수도 그대로이다.
따라서 이 조건에서는 평형 이동이 일어나지 않는다.

선지별 해설

① X: 평형상수는 온도 변화가 있을 때만 바뀐다. 이 문항은 온도가 일정하므로 감소하지 않는다. 틀린 표현은 '감소한다'이고, 올바르게는 '변화가 없다'이다.
② X: 평형상수는 압력 변화나 아르곤 첨가로 증가하지 않는다. 틀린 표현은 '증가한다'이고, 올바르게는 '온도가 일정하면 평형상수는 일정하다'이다.
③ O: 평형상수는 온도에만 의존하므로 아르곤을 넣어도 변하지 않는다. 또한 일정한 부피에서는 반응 기체들의 부분압이 그대로라서 평형도 이동하지 않는다.
④ X: 기체 입자 수가 적은 쪽으로 이동하는 것은 부피 감소 등으로 반응 기체의 부분압이 실제로 변할 때의 설명이다. 이 문항처럼 일정한 부피에서 비활성 기체만 넣으면 평형은 이동하지 않는다. 틀린 표현은 '기체 입자의 물수가 작아지는 방향으로 반응이 이동한다'이고, 올바르게는 '반응은 이동하지 않는다'이다.

오답 포인트

많은 수험생이 '총압 증가'만 보고 르샤틀리에 원리로 무조건 몰수 적은 쪽으로 이동한다고 판단한다. 그러나 이 문항의 핵심은 '일정한 부피'이므로 반응 기체의 부분압이 바뀌지 않는다는 점이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

비활성 기체 첨가 문제는 먼저 조건이 일정한 부피인지 일정한 압력인지부터 구분한다. 일정한 부피이면 반응 기체의 부분압이 그대로이므로 평형은 이동하지 않고, 평형상수도 온도가 같으면 변하지 않는다.

암기 포인트

평형상수는 온도만이 바꾸고, 정적 용기에서 비활성 기체는 평형을 움직이지 못한다.

NoteBase

문 8. 화학 반응 $A \rightarrow P$에서 반응물에 대한 2차 반응의 반감기 $t_{1/2}$를 구하는 식으로 옳은 것은? (단, $[A]_0$는 초기 반응물의 농도이고, k는 속도 상수이다.)

① $t_{1/2} = k^{-1} \cdot [A]_0^{-1}$

② $t_{1/2} = 0.693k^{-1}$

③ $t_{1/2} = 0.5[A]_0 \cdot k^{-1}$

④ $t_{1/2} = 0.5[A]_0^2 \cdot k^{-1}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 반응물 A에 대한 2차 반응의 적분 속도식에서 반감기 $t_{1/2}$를 유도하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 농도는 $[A]_0$이고 속도 상수는 k이다.
구해야 할 값: 2차 반응의 반감기 $t_{1/2}$이다.
주의할 조건: 반응 차수에 따라 반감기 식이 달라지므로 1차 반응식이나 0차 반응식을 섞으면 안 된다.

사용할 공식

2차 반응 $A \rightarrow P$의 적분 속도식은 $\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]_0}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 반응물 하나에 대한 2차 반응은 농도의 역수가 시간에 따라 직선적으로 증가하므로, 반감기 역시 이 식에 $[A] = [A]_0/2$를 대입해 구한다.

계산 과정

1. 반감기에서 $[A] = [A]_0/2$이다.
2. 이를 적분 속도식에 대입하면 $\frac{1}{[A]_0/2} = kt_{1/2} + \frac{1}{[A]_0}$이다.
3. 정리하면 $\frac{2}{[A]_0} = kt_{1/2} + \frac{1}{[A]_0}$이므로 $kt_{1/2} = \frac{1}{[A]_0}$이다.
4. 따라서 $t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0} = k^{-1}[A]_0^{-1}$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: $t_{1/2} = 1/(k[A]_0)$이므로 $k^{-1}[A]_0^{-1}$는 2차 반응의 반감기 식과 같다.
② X: $0.693k^{-1}$는 1차 반응의 반감기 식이다. 틀린 표현은 차수를 1차로 본 점이며, 올바르게는 $t_{1/2} = 1/(k[A]_0)$이다.
③ X: $0.5[A]_0 \cdot k^{-1}$는 $t_{1/2} = [A]_0/(2k)$로 쓸 수 있어 0차 반응의 반감기 식에 해당한다. 틀린 표현은 2차 반응에 0차 식을 적용한 점이며, 올바르게는 $t_{1/2} = 1/(k[A]_0)$이다.
④ X: $0.5[A]_0^2 \cdot k^{-1}$는 2차 반응의 반감기 식이 아니며 차원도 맞지 않는다. 틀린 표현은 $[A]_0$를 분모가 아니라 제곱된 분자로 둔 점이며, 올바르게는 $t_{1/2} = 1/(k[A]_0)$이다.

오답 포인트

반감기 문제에서 가장 흔한 함정은 반응 차수별 식을 뒤섞는 점이다. ②는 1차 반응의 $0.693/k$, ③은 0차 반응의 $[A]_0/(2k)$를 그대로 가져온 오답이다. ④는 $[A]_0$의 위치를 반대로 두어 단위부터 어긋나는 식이다.

다시 나오면 이렇게 판단

반감기 문제는 먼저 반응 차수를 확인한 뒤 그 차수의 적분 속도식을 떠올리고, 반감기 조건 $[A] = [A]_0/2$를 대입해 식을 정리하면 된다. 1차는 농도와 무관, 0차는 $[A]_0$에 비례, 2차는 $[A]_0$에 반비례한다는 방향을 함께 확인하면 판단이 빨라진다.

암기 포인트

2차 반응 반감기는 $t_{1/2} = 1/(k[A]_0)$이므로 초기농도가 클수록 반감기는 짧아진다.

NoteBase

문 9. <보기>는 어떤 액체의 상평형 도표에 대한 설명이다. 이 물질의 특성에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 외부압력은 1atm이며, 고체, 액체, 기체상만 존재한다.)

<보기>
• 고체의 밀도는 액체보다 항상 높다.
• 350K에서 액체의 증기압력이 1atm이다.
• 삼중점의 온도와 압력은 각각 177K와 0.85atm이다.

① 끓는점은 350K이다.
② 삼중점의 온도는 어는점보다 높다.
③ 150K일 때, 평형에서는 고체와 기체만 존재한다.
④ 177K일 때, 0.85atm 이상의 압력에서 이 물질은 고체이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 상평형도에서 삼중점, 정상 끓는점, 고체-액체 평형선의 기울기를 압력 변화와 연결해 해석하는지를 묻는다.

핵심 개념

삼중점은 고체, 액체, 기체가 동시에 평형을 이루는 온도와 압력이다.
정상 끓는점은 액체의 증기압이 1atm이 되는 온도이다.
고체의 밀도가 액체보다 크면 액체의 부피가 더 크므로 고체-액체 평형선은 압력이 커질수록 높은 온도로 이동하고, 그에 따라 녹는점과 어는점도 함께 높아진다.

선지별 해설

① O: 350K에서 액체의 증기압이 1atm이라는 말은 외부압력 1atm과 같아졌다는 뜻이므로 정상 끓는점은 350K이다.
② X: 틀린 부분은 '삼중점의 온도는 어는점보다 높다'는 표현이다. 삼중점은 177K, 0.85atm에 있고 이 물질은 고체가 액체보다 더 조밀하므로 압력이 0.85atm에서 1atm으로 커지면 고체-액체 평형 온도, 즉 어는점이 더 높아진다. 따라서 1atm에서의 어는점은 177K보다 높고, 올바르게는 '삼중점의 온도는 1atm에서의 어는점보다 낮다'이다.
③ O: 150K는 삼중점 온도 177K보다 낮으므로 액체상은 존재할 수 없다. 이때 평형은 승화선에서만 가능하므로 고체와 기체만 공존한다.
④ O: 177K는 삼중점 온도이므로 0.85atm에서만 세 상이 공존한다. 이 온도에서 압력이 0.85atm보다 커지면 양의 기울기를 갖는 고체-액체 평형선의 왼쪽 영역으로 들어가므로 물질은 고체이다.

NoteBase

오답 포인트

삼중점의 수치만 보고 177K를 기준 온도로 외우면 ②를 맞는 말처럼 착각하기 쉽다. 이 문항의 핵심은 '고체의 밀도 > 액체의 밀도'라는 조건이 고체-액체 평형선의 양의 기울기, 즉 압력 증가에 따른 어는점 상승을 뜻한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 '증기압이 1atm'이면 정상 끓는점이라는 점을 확인한다. 다음으로 삼중점보다 낮은 온도에서는 액체상이 없다는 점을 본다. 마지막으로 고체가 더 조밀한 물질은 압력이 커질수록 어는점이 올라간다고 연결하면 선지의 O/X를 빠르게 가를 수 있다.

암기 포인트

정상 끓는점은 '증기압 = 1atm'이고, 삼중점 아래 온도에는 액체가 없으며, 일반적인 물질은 '고체가 더 조밀하면 압력 증가 → 어는점 상승'이다.

NoteBase

문 10. 화합물의 결합 성격이 나머지와 다른 하나는?

① KF

② $CaCl_2$

③ CH_4

④ $LiBr$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 금속과 비금속이 이루는 이온 결합 화합물과 비금속끼리 전자쌍을 공유하는 공유 결합 화합물을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

이온 화합물은 보통 금속 양이온과 비금속 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 물질이다. 키워드는 금속+비금속, 양이온·음이온이다.
공유 화합물은 비금속 원자들끼리 전자쌍을 공유하여 결합한 물질이다. 키워드는 비금속+비금속, 전자쌍 공유이다.
KF, CaCl2, LiBr는 금속과 할로젠 원소가 결합한 이온 화합물이고, CH4는 C와 H가 전자쌍을 공유하는 분자성 공유 화합물이다.

선지별 해설

① X: KF는 K와 F로 이루어지며 K는 금속, F는 비금속이므로 K^+와 F^- 사이의 이온 결합을 이룬다. 틀린 표현은 '나머지와 다른 하나'에 해당한다. 올바르게는 'KF는 CaCl2, LiBr와 같은 이온 화합물이다.'
② X: CaCl2는 Ca^2+와 Cl^-로 이루어진 전형적인 이온 화합물이다. 금속 칼슘이 전자를 잃고 염화 이온과 결합하므로 CH4와 같은 공유 화합물이 아니다. 틀린 표현은 '나머지와 다른 하나'에 해당한다. 올바르게는 'CaCl2는 KF, LiBr와 같은 이온 화합물이다.'
③ O: CH4는 C와 H가 모두 비금속 원소이므로 전자쌍을 공유하는 공유 결합 화합물이다. 나머지 셋이 이온 화합물이라는 점에서 결합 성격이 서로 다르다.
④ X: LiBr는 Li^+와 Br^-로 이루어진 이온 화합물이다. 리튬은 금속, 브로민은 비금속이므로 기본 결합 성격은 이온 결합이다. 틀린 표현은 '나머지와 다른 하나'에 해당한다. 올바르게는 'LiBr는 KF, CaCl2와 같은 이온 화합물이다.'

NoteBase

오답 포인트

할로젠 화합물이라는 표면적 모양만 보면 KF, CaCl2, LiBr, CH4를 한꺼번에 외우기 쉽다. 그러나 이 문제의 판단 기준은 원소 조합이다. 금속+비금속이면 이온 결합, 비금속+비금속이면 공유 결합이라는 축으로 보면 CH4만 바로 분리된다.

다시 나오면 이렇게 판단

화합물의 결합 성격을 묻는 문제는 먼저 구성 원소가 금속과 비금속의 조합인지, 비금속끼리의 조합인지부터 본다. 금속+비금속이면 이온 결합으로, 비금속+비금속이면 공유 결합으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

금속+비금속은 이온 결합, 비금속+비금속은 공유 결합이다. CH4는 분자성 공유 화합물이다.

NoteBase

문 11. N_2, O_2, F_2 **중 자기장에 의해 끌리는 것은?**

① N_2

② O_2

③ F_2

④ N_2, O_2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 분자 오비탈에서 홀전자 유무로 상자성과 반자성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

상자성은 홀전자가 있어 자기장에 끌리는 성질이고, 반자성은 전자가 모두 짝지어져 있어 자기장에 끌리지 않는 성질이다.
N2는 모든 전자가 짝지어져 반자성이고, O2는 홀전자 2개가 있어 상자성이며, F2도 모든 전자가 짝지어져 반자성이다.

선지별 해설

① X
N2는 분자 오비탈에 홀전자가 없어서 반자성이다. 틀린 표현은 'N2가 자기장에 의해 끌린다'이다. 올바르게는 N2는 자기장에 끌리지 않는다.

② O
O2는 분자 오비탈에 홀전자 2개가 있어 상자성을 띤다. 따라서 자기장에 의해 끌린다.

③ X
F2는 전자 수가 많아도 홀전자가 남지 않아 반자성이다. 틀린 표현은 'F2가 자기장에 의해 끌린다'이다.
올바르게는 F2는 자기장에 끌리지 않는다.

④ X
N2와 O2가 모두 끌린다는 진술은 N2 판단이 틀려서 성립하지 않는다. 틀린 표현은 'N2, O2'이다. 올바르게는 O2만 자기장에 의해 끌린다.

NoteBase

오답 포인트

분자의 종류나 원자번호만 보고 판단하면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 O2만 예외적으로 홀전자를 가져 상자성이라는 점이며, N2와 F2는 모두 짝전자 분자라는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

이런 문항은 원소 이름보다 분자 오비탈의 홀전자 유무를 먼저 본다. 홀전자가 하나라도 있으면 상자성으로 자기장에 끌리고, 모두 짝지어져 있으면 반자성으로 판단한다.

암기 포인트

O2만 홀전자 때문에 상자성이고, N2와 F2는 짝전자만 있어 반자성이다.

NoteBase

문 12. <보기>의 금속 화학반응에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>
(가) 아연금속 조각을 아세트산용액에 첨가하였다.
(나) 망간금속을 브롬증기와 반응시켰다.
(다) 알루미늄 호일을 질산은 용액에 첨가하였다.
(라) 탄산수소구리(I)를 가열하여 분해하였다.

① 모두 산화-환원반응이다.
② 치환반응은 (가), (다)이다.
③ 생성물로 수소가 발생하는 반응은 (가)이다.
④ 생성물로 이산화탄소가 발생하는 반응은 (라)이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 금속 반응을 산화·환원반응, 치환반응, 분해반응으로 구분하고 생성 기체를 함께 판단하는 문제이다.

핵심 개념

산화·환원반응은 원소의 산화수가 변하는 반응이다. 치환반응은 어떤 원소가 화합물 속 다른 원소를 밀어내는 반응이다. 분해반응은 하나의 화합물이 둘 이상 물질로 나뉘는 반응이다.
(가)는 아연이 산과 반응하여 수소를 내놓는 치환반응이자 산화·환원반응이다. (나)는 망간과 브롬이 결합하는 화합반응이자 산화·환원반응이다. (다)는 알루미늄이 질산은 용액 속 은 이온을 밀어내 은을 석출시키는 금속 치환반응이자 산화·환원반응이다. $Al + 3AgNO3 \rightarrow Al(NO3)3 + 3Ag$ 로 진행되며, 기체는 발생하지 않는다.
(라)는 탄산수소염의 열분해로 생성물에 이산화탄소가 포함되는 분해반응이며, 산화수 변화는 없다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 "모두 산화-환원반응"이라는 표현이다.
- (가), (나), (다)는 금속의 산화수 변화가 있어 산화·환원반응으로 볼 수 있다.
- 그러나 (라)는 탄산수소구리(I)의 열분해 반응으로, 분해 과정에서 이산화탄소가 생기지만 산화수 변화가 없어 산화·환원반응이 아니다.
- 올바르게는 "(가), (나), (다)는 산화·환원반응이고, (라)는 분해반응이다"이다.

② O
- (가)는 금속 아연이 산의 수소를 치환하는 반응이고, (다)는 알루미늄이 질산은 용액 속 은을 밀어내 석출시키는 금속 치환반응이므로 두 반응 모두 치환반응이다.

③ O
- (가)에서는 아연과 아세트산의 반응으로 수소 기체가 발생한다.
- (다)는 은이 석출되는 반응으로 수소가 발생하지 않으므로, 수소가 발생하는 반응은 (가)뿐이라는 진술이 옳다.

④ O
- 탄산수소염을 가열하면 일반적으로 분해되어 이산화탄소가 생성된다.
- 따라서 (라)는 생성물로 이산화탄소가 발생하는 반응이라는 설명이 맞다.

오답 포인트

수소가 나오거나 금속이 반응하면 모두 산화·환원반응으로만 묶어 버리기 쉽다. 이 문항의 함정은 (라)의 생성 기체만 보고 산화·환원반응으로 오판하는 데 있다. 기체의 종류보다 먼저 반응 유형과 산화수 변화 유무를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

금속 반응 문제는 먼저 반응 유형을 나눈다. 금속이 다른 성분을 밀어내면 치환반응, 두 물질이 합쳐지면 화합반응, 한 화합물이 가열로 쪼개지면 분해반응이다. 그다음 산화수 변화가 있는지 확인하면 산화·환원반응 여부를 안정적으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

금속+산 또는 염기에서 수소 발생은 치환반응으로 자주 나오고, 금속+금속염 용액의 치환은 더 반응성 큰 금속이 이온을 밀어내 금속을 석출시키며, 탄산수소염 가열은 이산화탄소가 나오는 분해반응으로 정리된다.

NoteBase

문 13. $Ca(OH)_2$ **74 g을 물에 녹여 1 L를 만들고 평형에 도달할 때까지 기다렸다. 용액 속에 존재하는** Ca^{2+}**의 농도는? (단,** $Ca(OH)_2$**의 물질량은 74 g이고, 용해도곱 상수(**K_{sp}**)는** 4×10^{-6}**이다.)**

① 0.01M

② 0.1M

③ 0.2M

④ 1.0M

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 수산화칼슘의 용해도곱으로 포화용액에서의 Ca^{2+} 농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $Ca(OH)_2$의 몰질량 74 g, 투입량 74 g, 용액 부피 1 L, $K_{sp} = 4 \times 10^{-6}$이다.
구해야 할 값: 평형 상태의 $[Ca^{2+}]$이다.
주의할 조건: 74 g을 넣었다고 해서 전부 녹는 것이 아니라, 평형에 도달하면 일부는 고체로 남고 용액에는 포화농도만 존재한다.

사용할 공식

$Ca(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2OH^-$
$K_{sp} = [Ca^{2+}][OH^-]^2$
용해도를 s라 두면 $[Ca^{2+}] = s$, $[OH^-] = 2s$이므로
$K_{sp} = s(2s)^2 = 4s^3$
이 공식을 쓰는 이유는 평형에서 묻는 값이 고체의 총투입량이 아니라 포화용액 속 이온 농도이기 때문이다.

계산 과정

1. 74 g의 $Ca(OH)_2$는 1 mol이므로 처음 넣은 양은 1 L 기준 1 mol이다.
2. 그러나 K_{sp}가 매우 작으므로 1 mol 전체가 녹아 있을 수 없고, 평형에서는 포화상태가 된다.
3. $4s^3 = 4 \times 10^{-6}$이므로 $s^3 = 10^{-6}$이다.
4. 따라서 $s = 10^{-2} = 0.01$이고, $[Ca^{2+}] = 0.01M$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산한 평형농도 $[Ca^{2+}]$가 $0.01M$이므로 맞다.

② X
- 제시값 $0.1M$는 K_{sp} 식에서 $2s$ 항이나 세제곱 관계를 놓치면 나올 수 있는 값이다.
- 올바르게는 $4s^3 = 4 \times 10^{-6}$에서 $s = 0.01M$이다.

③ X
- 제시값 $0.2M$는 평형식에 대입하면 $K_{sp} = 0.2 \times 0.4^2 = 3.2 \times 10^{-2}$가 되어 주어진 4×10^{-6}와 전혀 맞지 않는다.
- 올바르게는 $[Ca^{2+}]$가 $0.01M$이어야 한다.

④ X
- 제시값 $1.0M$는 74 g이 1 mol이라는 사실만 보고 전부 용해된다고 본 값이다.
- 이 물질은 난용성이므로 평형에서 대부분은 고체로 남고, 용액 속 $[Ca^{2+}]$는 $0.01M$만 존재한다.

오답 포인트

투입한 전체 몰수와 평형에서 실제로 녹아 있는 이온 농도를 같은 것으로 보는 실수가 핵심 함정이다. 또한 $Ca(OH)_2$가 OH^-를 2배 내놓는다는 점을 빼먹으면 K_{sp} 식을 잘못 세우게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

난용성 염의 농도를 묻는 문제는 먼저 해리식을 쓰고, 용해도를 s로 두어 각 이온 농도를 표현한 뒤 K_{sp}에 대입해 푼다. 처음 넣은 질량이 많아도 평형에서는 포화농도만 남는다고 판단한다.

암기 포인트

$Ca(OH)_2$는 $K_{sp} = s(2s)^2 = 4s^3$이고, 평형농도는 총투입량이 아니라 용해도에서 정해진다.

NoteBase

문 14. 물에 녹았을 때 산성 용액을 만드는 것으로 가장 옳은 것은?

① $MgCl_2$

② Na_2CO_3

③ K_2S

④ NH_4NO_3

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 염이 물에 녹을 때 어떤 이온이 가수분해되어 산성 또는 염기성을 띠는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

강산과 약염기가 만든 염은 양이온이 물과 반응해 산성 용액을 만들기 쉽다.
강염기와 약산이 만든 염은 음이온이 물과 반응해 염기성 용액을 만들기 쉽다.
NH4NO3는 약염기 NH3와 강산 HNO3에서 온 염이므로 산성이고, Na2CO3와 K2S는 약산의 짝염기를 포함하므로 염기성이다.

선지별 해설

① X: MgCl2는 Mg2+의 가수분해 때문에 약산성을 띨 수 있으나, 이 문항에서 대표적인 산성 용액 형성 염으로 보기에는 ④보다 적절성이 떨어진다. 틀린 판단은 MgCl2를 최적의 답으로 보는 점이며, 가장 명확한 산성염은 NH4NO3이다.
② X: Na2CO3의 CO3^2-는 약산 H2CO3의 짝염기이므로 물과 반응해 염기성을 띤다. 틀린 부분은 산성 용액 후보로 보는 점이며, 올바르게는 염기성 용액을 만든다.
③ X: K2S의 S2-는 강한 염기성을 보여 물과 반응해 염기성 용액을 만든다. 틀린 부분은 산성 용액 후보로 보는 점이며, 올바르게는 염기성 용액을 만든다.
④ O: NH4NO3의 NH4+는 약염기 NH3의 짝산이라 물에 녹으면 산성을 띠고, NO3-는 강산 HNO3의 짝염기라 염기성이 거의 없다. 따라서 용액은 산성이 된다.

오답 포인트

금속 양이온이 들어 있다고 무조건 염기성으로 판단하거나, CO3^2-와 S2-처럼 약산의 짝염기가 들어 있는지를 놓치면 틀리기 쉽다. 특히 ①은 약산성 가능성 때문에 헷갈릴 수 있으나, 가장 전형적인 산성염은 NH4+를 포함한 ④이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 염을 이루는 양이온과 음이온이 각각 강산·강염기·약산·약염기 중 어디에서 왔는지 본다. 강산과 약염기가 만든 염이면 산성, 강염기와 약산이 만든 염이면 염기성으로 판단하면 된다.

암기 포인트

암모늄염은 산성, 탄산염과 황화물은 염기성으로 정리된다.

NoteBase

문 15. 표준 생성 엔탈피 ΔH_f°를 사용하여 계산한 <보기> 반응의 표준 엔탈피 변화 값[kJ]은? (단, 반응물 또는 생성물인 $CH_4(g)$, $CO_2(g)$ 및 $H_2O(g)$의 표준 생성 엔탈피 ΔH_f°는 각각 -74.6kJ/mol, -393.5kJ/mol, -241.8kJ/mol이다.)

<보기>

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

① -318.9kJ

② -560.7kJ

③ -802.5kJ

④ -951.7kJ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 표준 생성 엔탈피를 이용해 반응 엔탈피를 계산하는 공식을 정확히 적용할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 CH4(g)의 표준 생성 엔탈피 -74.6kJ/mol, CO2(g)의 표준 생성 엔탈피 -393.5kJ/mol, H2O(g)의 표준 생성 엔탈피 -241.8kJ/mol이다.
구해야 할 값은 CH4(g) + 2O2(g) → CO2(g) + 2H2O(g)의 표준 반응 엔탈피이다.
주의할 조건은 O2(g)는 홑원소의 표준 상태이므로 표준 생성 엔탈피가 0이고, H2O 앞의 계수 2를 반드시 반영해야 한다는 점이다.

사용할 공식

표준 반응 엔탈피는 Δ H^_rxn = Σ ν Δ H^_f(생성물) - Σ ν Δ H^_f(반응물) 로 계산한다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 각 물질의 표준 생성 엔탈피가 주어졌고, 이를 이용해 반응 전체의 엔탈피 변화를 구하라고 했기 때문이다.

계산 과정

1. 생성물 쪽 엔탈피 합은 CO2 1몰과 H2O 2몰을 반영하여 $-393.5 + 2(-241.8) = -877.1$ kJ이다.
2. 반응물 쪽 엔탈피 합은 CH4 1몰과 O2 2몰을 반영하여 $-74.6 + 2(0) = -74.6$ kJ이다.
3. 따라서 표준 반응 엔탈피는 $-877.1 - (-74.6) = -802.5$ kJ이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: -318.9 kJ는 H_2O의 생성 엔탈피 항을 빠뜨리고 CO_2와 CH_4만 대입했을 때 나오는 값이다. 이 반응에서는 H_2O가 생성물에 2몰 포함되므로 올바른 값은 -802.5 kJ이다.
2번 X: -560.7 kJ는 H_2O의 계수 2를 반영하지 않고 1몰만 넣었을 때 나오는 값이다. 올바르게는 $2H_2O(g)$를 넣어 계산해야 하므로 -802.5 kJ가 된다.
3번 O: 생성물 합 -877.1 kJ에서 반응물 합 -74.6 kJ를 빼면 -802.5 kJ가 되므로 옳다.
4번 X: -951.7 kJ는 반응물의 생성 엔탈피를 빼지 않고 그대로 더한 값이다. 반응 엔탈피는 생성물 합에서 반응물 합을 빼야 하므로 올바른 값은 -802.5 kJ이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 H_2O의 계수 2를 놓치거나, 반응물 항을 빼야 하는데 그대로 더하는 부호 실수이다. 이 문제의 오답은 이런 계수 누락과 부호 오류를 그대로 반영한 값들이다.

다시 나오면 이렇게 판단

표준 생성 엔탈피 문제는 먼저 반응식을 보고 각 물질의 계수를 적은 뒤, 생성물 합과 반응물 합을 따로 계산하고 마지막에 생성물 합에서 반응물 합을 빼는 순서로 판단한다.

암기 포인트

반응 엔탈피는 생성물 합 - 반응물 합이며, 계수와 표준 상태 원소의 값 0을 함께 확인하는 문제가 자주 나온다.

NoteBase

문 16. CH_3CH_2OH**에서 O의 혼성궤도 함수는?**

① sp

② sp^2

③ sp^3

④ sp^3d

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 원자의 혼성궤도를 결합 수가 아니라 전자영역 수로 판단하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

혼성궤도는 해당 원자 주변의 전자영역 수로 판단한다.
전자영역이 2개이면 sp, 3개이면 sp^2, 4개이면 sp^3이다.
CH_3CH_2OH의 O는 C-O 결합 1개, O-H 결합 1개, 비공유전자쌍 2개를 가져 전자영역이 4개이므로 sp^3 혼성이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
sp 혼성은 전자영역이 2개인 선형 배열에서 해당한다.
에탄올의 O는 결합 2개와 비공유전자쌍 2개로 전자영역이 4개이므로 틀리다.
틀린 표현은 "sp"이다. 올바르게는 "O는 sp^3 혼성이다"이다.

② X
sp^2 혼성은 전자영역이 3개인 평면삼각형 배열에서 해당한다.
알코올의 O는 비공유전자쌍이 2개라서 전자영역이 4개이므로 틀리다.
틀린 표현은 "sp^2"이다. 올바르게는 "O는 sp^3 혼성이다"이다.

③ O
에탄올의 O는 C와 H에 각각 단일결합을 하고 비공유전자쌍 2개를 가진다.
따라서 전자영역 수가 4개이므로 sp^3 혼성으로 본다.

④ X
sp^3d 혼성은 전자영역이 5개일 때 대응한다.
에탄올의 O는 전자영역이 4개뿐이므로 틀리다.
틀린 표현은 "sp^3d"이다. 올바르게는 "O는 sp^3 혼성이다"이다.

오답 포인트

비공유전자쌍을 빼고 결합 수만 세면 O를 전자영역 2개로 오판하기 쉽다. 이 문항의 함정은 산소가 결합은 2개지만 비공유전자쌍도 2개라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

혼성궤도 문제는 해당 원자의 시그마 결합 수와 비공유전자쌍 수를 함께 세어 전자영역 수를 먼저 정한다.
전자영역 4개이면 sp^3로 판단한다.

암기 포인트

알코올 O는 결합 2개 + 비공유전자쌍 2개이므로 4영역, 곧 sp^3이다.

NoteBase

문 17. 광자당 에너지가 가장 큰 전자기 복사선은?

① 라디오파

② 가시광선

③ X-선

④ 감마선

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전자기파의 종류에 따라 파장이 짧을수록 진동수와 광자당 에너지가 커진다는 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전자기파의 광자당 에너지는 진동수에 비례하고 파장에 반비례한다.
라디오파는 파장이 가장 길고 에너지가 가장 작다.
가시광선은 라디오파보다 에너지가 크지만 X선, 감마선보다 작다.
X선은 높은 에너지의 전자기파이지만 일반적으로 감마선보다 광자당 에너지가 작다.
감마선은 파장이 가장 짧고 진동수가 가장 커서 광자당 에너지가 가장 크다.

선지별 해설

1번 X: 라디오파는 전자기파 중 파장이 매우 길고 진동수가 낮아 광자당 에너지가 가장 작은 쪽에 속한다. 틀린 표현은 "가장 큰"이다. 올바르게는 "라디오파는 광자당 에너지가 가장 작다"이다.
2번 X: 가시광선의 에너지는 라디오파보다 크지만 X선과 감마선보다 작다. 틀린 표현은 "가장 큰"이다. 올바르게는 "가시광선은 중간 정도 에너지 영역의 전자기파이다"이다.
3번 X: X선은 에너지가 큰 전자기파이지만 감마선보다 더 크다고 볼 수는 없다. 틀린 표현은 "가장 큰"이다. 올바르게는 "X선은 높은 에너지를 가지지만 가장 큰 것은 감마선이다"이다.
4번 O: 감마선은 전자기파 중 파장이 가장 짧고 진동수가 가장 커서 광자당 에너지가 가장 크다. 따라서 정답에 해당한다.

오답 포인트

X선과 감마선을 둘 다 고에너지 복사선으로 묶어 기억하면 3번과 4번을 혼동하기 쉽다. 이 문항은 높은 에너지인지 여부가 아니라 가장 큰지를 묻기 때문에 전자기파의 전체 순서를 끝까지 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자기파 비교 문제는 파장 순서를 먼저 떠올린 뒤 파장이 짧을수록 진동수와 광자당 에너지가 커진다는 기준으로 바로 연결하면 된다. 라디오파에서 감마선으로 갈수록 에너지가 커진다고 판단하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

라디오파 → 가시광선 → X선 → 감마선 순으로 갈수록 파장은 짧아지고 광자당 에너지는 커진다.

문 18. <보기>는 기체 A와 B가 반응하여 기체 C를 생성하는 균형화학반응식과 25°C에서의 일정 부피의 밀폐된 용기 내 각 기체의 평형농도이다. 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, K_{eq}는 평형 상수, ΔH°는 엔탈피 변화이다.)

<보기>

$$\chi\,\mathrm{A(g)} + 2\mathrm{B(g)} \rightleftarrows \mathrm{C(g)} \quad \Delta H^\circ < 0,\ \mathrm{K_{eq}} = 50$$

평형농도(mol/L)		
A	B	C
0.1	0.2	0.2

① 반응은 표준상태에서 자발적으로 진행된다.

② 균형반응식에서 계수 x는 2이다.

③ 용기의 부피를 줄이면 정반응이 진행된다.

④ 용기의 온도를 증가시키면 K_{eq}값이 감소한다.

정답 2번

출제 포인트

평형상수식으로 미지수 x를 구하고, K_{eq}, ΔH°, 기체 몰수 변화로 각 선지를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응은 $x\mathrm{A}(g) + 2\mathrm{B}(g) \rightleftharpoons \mathrm{C}(g)$이다.
25°C에서 평형농도는 [A] = 0.1, [B] = 0.2, [C] = 0.2 mol/L이고, $K_{eq} = 50$, $\Delta H^\circ < 0$이다.
발문은 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 묻는다.

사용할 공식

평형상수식은
$K_{eq} = \frac{[\mathrm{C}]}{[\mathrm{A}]^x[\mathrm{B}]^2}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 평형에서의 각 농도와 K_{eq}가 주어졌고, 반응식의 미지 계수 x를 직접 구할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 평형상수식에 값을 대입하면
$50 = \frac{0.2}{(0.1)^x(0.2)^2}$
이다.
2. $(0.2)^2 = 0.04$이므로
$50 = \frac{0.2}{0.04(0.1)^x} = \frac{5}{(0.1)^x}$
이다.
3. 따라서 $(0.1)^x = 0.1$이고, $x = 1$이다. 반응식은 $\mathrm{A}(g) + 2\mathrm{B}(g) \rightleftharpoons \mathrm{C}(g)$가 된다.

선지 판단

① O
$K_{eq} = 50 > 1$이므로 표준상태에서 $\Delta G^\circ = -RT\ln K_{eq} < 0$이다. 따라서 정반응은 표준상태에서 자발적으로 진행된다.

② X
계산 결과 $x = 1$이므로 "계수 x는 2이다"는 틀리다. 틀린 표현은 "2"이고, 올바르게는 "균형반응식에서 계수 x는 1이다"이다.

③ O
부피를 줄이면 압력이 커져 기체 몰수가 더 적은 쪽으로 평형이 이동한다. $x = 1$이므로 반응물 쪽 기체 몰수는 $1 + 2 = 3$, 생성물 쪽은 1이어서 정반응 쪽으로 이동한다.

④ O
$\Delta H^\circ < 0$인 발열반응은 온도를 올리면 역반응 쪽이 유리해진다. 따라서 온도 상승 시 K_{eq}값은 감소한다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 K_{eq}식에 농도를 대입한 뒤 $(0.2)^2$ 계산을 틀리거나, $K_{eq} > 1$이면 항상 자발적이라는 문장을 표준상태 조건 없이 기계적으로 외우는 것이다. 또한 ③은 먼저 x를 구하지 않으면 반응물 쪽 총 몰수를 잘못 세어 판단이 흔들릴 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 문제는 먼저 K_{eq}식으로 미지 계수나 농도를 확정한 뒤, 그 결과를 이용해 기체 몰수 비교와 온도 변화 효과를 따로 판단하면 된다. 자발성은 K_{eq}와 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$의 부호 관계로 정리하면 된다.

암기 포인트

$K > 1 \rightarrow \Delta G^\circ < 0$, 발열반응은 $T \uparrow \rightarrow K \downarrow$, 압력 증가 시 평형은 기체 몰수 작은 쪽으로 이동한다.

NoteBase

문 19. 25℃에서 <보기>의 갈바니 전지에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

<보기>

$\mathrm{Ni}(s) \mid \mathrm{Ni}^{2+}(aq,\ 1.0M) \parallel \mathrm{Pb}^{2+}(aq,\ 1.0M) \mid \mathrm{Pb}(s)$

$\mathrm{Ni}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \mathrm{Ni}(s),\ E^\circ = -0.26V$

$\mathrm{Pb}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \mathrm{Pb}(s),\ E^\circ = -0.13V$

① 전지의 표준 전지전위 E^_전지 값은 0.13 V이다.

② 전지 반응에서 Pb 전극의 질량은 증가한다.

③ 전지 반응은 전지전위 E 값이 0이 될 때까지 진행된다.

④ 두 전해질 용액의 농도를 각각 0.5M로 묽혀주면 표준 전지전위 E^_전지가 감소한다.

정답 4번

출제 포인트

표준환원전위로 양극·음극을 정하고, E^_전지와 실제 전지전위 E의 차이를 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 반쪽 반응은 $\mathrm{Ni}^{2+} + 2\mathrm{e}^- \rightarrow \mathrm{Ni}, E^\circ = -0.26V$와 $\mathrm{Pb}^{2+} + 2\mathrm{e}^- \rightarrow \mathrm{Pb}, E^\circ = -0.13V$이다.
더 큰 환원전위를 가진 Pb^{2+}/Pb가 환원극이고, Ni/Ni^{2+}가 산화극이다.
전체 반응은 $\mathrm{Ni(s)} + \mathrm{Pb}^{2+}\mathrm{(aq)} \rightarrow \mathrm{Ni}^{2+}\mathrm{(aq)} + \mathrm{Pb(s)}$이다.

사용할 공식

E^_전지=E^_환원극-E^_산화극

$E = E^\circ - \frac{0.0592}{n}\log Q$

이 공식을 쓰는 이유는 갈바니 전지의 자발성, 전극 질량 변화, 농도 변화에 따른 전지전위를 모두 이 두 식으로 판단할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 표준 전지전위는 E^_전지=(-0.13)-(-0.26)=0.13 V이다.
2. 환원극에서는 Pb^{2+}가 Pb로 석출되므로 Pb 전극의 질량이 증가한다.
3. 농도가 같은 조건에서는 $Q = \frac{[\mathrm{Ni}^{2+}]}{[\mathrm{Pb}^{2+}]} = 1$이므로 $\log Q = 0$, 따라서 실제 전지전위도 $E = E^\circ$이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2019 · 10월

선지별 해설

① O
E^_전지=0.13 V이므로 옳다.

② O
Pb 전극은 환원극이므로 $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$ 반응이 일어나 금속 Pb가 전극에 석출된다. 따라서 Pb 전극의 질량은 증가한다.

③ O
갈바니 전지는 자발적으로 진행되다가 평형에 도달하면 더 이상 순반응의 추진력이 없어져 $E = 0$이 된다. 따라서 전지 반응은 전지전위가 0이 되는 평형점까지 진행된다고 본다.

④ X
틀린 표현은 "표준 전지전위(E^_전지)가 감소한다"이다. 표준 전지전위는 표준상태에서 정의된 값이므로 농도를 0.5 M로 바꾸어도 E^_전지 자체는 변하지 않는다. 올바르게는 "농도 변화는 실제 전지전위 E에 영향을 줄 수 있지만, 이 문항처럼 두 이온의 농도를 같게 바꾸면 $Q = 1$이라 실제 전지전위도 0.13 V로 그대로이다"가 된다.

오답 포인트

④는 표준 전지전위 E°와 실제 전지전위 E를 일부러 섞어 놓은 선지이다. 농도가 바뀌면 무조건 전위가 바뀐다고만 외우면 ④를 고르지 못하고, 무엇이 표준값이고 무엇이 농도 의존값인지 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

갈바니 전지 문제는 먼저 환원전위의 크기로 환원극과 산화극을 정한 뒤, E^_전지를 계산하고, 농도 변화가 나오면 네른스트식에서 바뀌는 대상이 E인지 E°인지 따로 판단하면 된다.

암기 포인트

표준 전지전위는 농도로 바뀌지 않고, 농도는 실제 전지전위만 바꾼다.

NoteBase

문 20. 용액 1.0 L에 약산 HA, $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$ 0.1M과 그 짝염기 0.1M이 녹아 있다. 이 용액의 pH는?

① 3.0

② 4.0

③ 5.0

④ 6.0

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 약산과 그 짝염기가 같은 농도로 함께 있는 완충용액에서 $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a$가 된다는 점을 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 약산 HA의 $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$, HA 0.1 M, 짝염기 A^- 0.1 M이다.
구해야 할 값: 이 완충용액의 pH이다.
주의할 조건: 산과 짝염기의 농도가 같으므로 비 $\frac{[\mathrm{A}^-]}{[\mathrm{HA}]}$는 1이다.

사용할 공식

완충용액이므로 헨더슨-하셀바흐 식 $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a + \log\frac{[\mathrm{A}^-]}{[\mathrm{HA}]}$를 쓴다.
이 공식을 쓰는 이유: 약산과 그 짝염기가 함께 존재하는 전형적인 완충용액 조건이기 때문이다.

계산 과정

1. $\mathrm{p}K_a = -\log(1.0 \times 10^{-5}) = 5.0$이다.
2. 농도비는 $\frac{[\mathrm{A}^-]}{[\mathrm{HA}]} = \frac{0.1}{0.1} = 1$이다.
3. $\log 1 = 0$이므로 $\mathrm{pH} = 5.0 + 0 = 5.0$이다.

선지 판단

1번: X이다. 계산 결과 pH는 5.0이므로 3.0은 아니다. 3.0은 강한 산처럼 자유로운 H^+ 농도를 직접 넣어 과소평가한 값이다. 틀린 표현은 "pH가 3.0이다"이고, 올바르게는 "pH가 5.0이다"이다.
2번: X이다. 계산 결과 pH는 5.0이므로 4.0은 아니다. 4.0은 $\mathrm{p}K_a$를 잘못 계산하거나 완충비가 1이라는 점을 놓친 경우의 오답이다. 틀린 표현은 "pH가 4.0이다"이고, 올바르게는 "pH가 5.0이다"이다.
3번: O이다. 약산과 짝염기의 농도가 같으므로 $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a = 5.0$이 된다. 따라서 5.0이 맞다.
4번: X이다. 계산 결과 pH는 5.0이므로 6.0은 아니다. 6.0은 짝염기가 들어 있다는 이유만으로 염기성 쪽으로 한 단위 크게 판단한 오답이다. 틀린 표현은 "pH가 6.0이다"이고, 올바르게는 "pH가 5.0이다"이다.

NoteBase

오답 포인트

짝염기가 함께 있으면 무조건 pH가 7보다 크다고 생각하면 틀린다. 이 문항은 약산과 짝염기의 농도가 같은 완충용액에서는 pH가 정확히 pK_a가 된다는 점을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

약산과 짝염기가 함께 보이면 먼저 완충용액인지 판단하고, 농도비 $\frac{[A^-]}{[HA]}$가 1인지 확인한 뒤 $pH = pK_a$로 바로 연결하면 된다.

암기 포인트

완충용액에서 약산과 짝염기의 농도가 같으면 $pH = pK_a$이다.

NoteBase