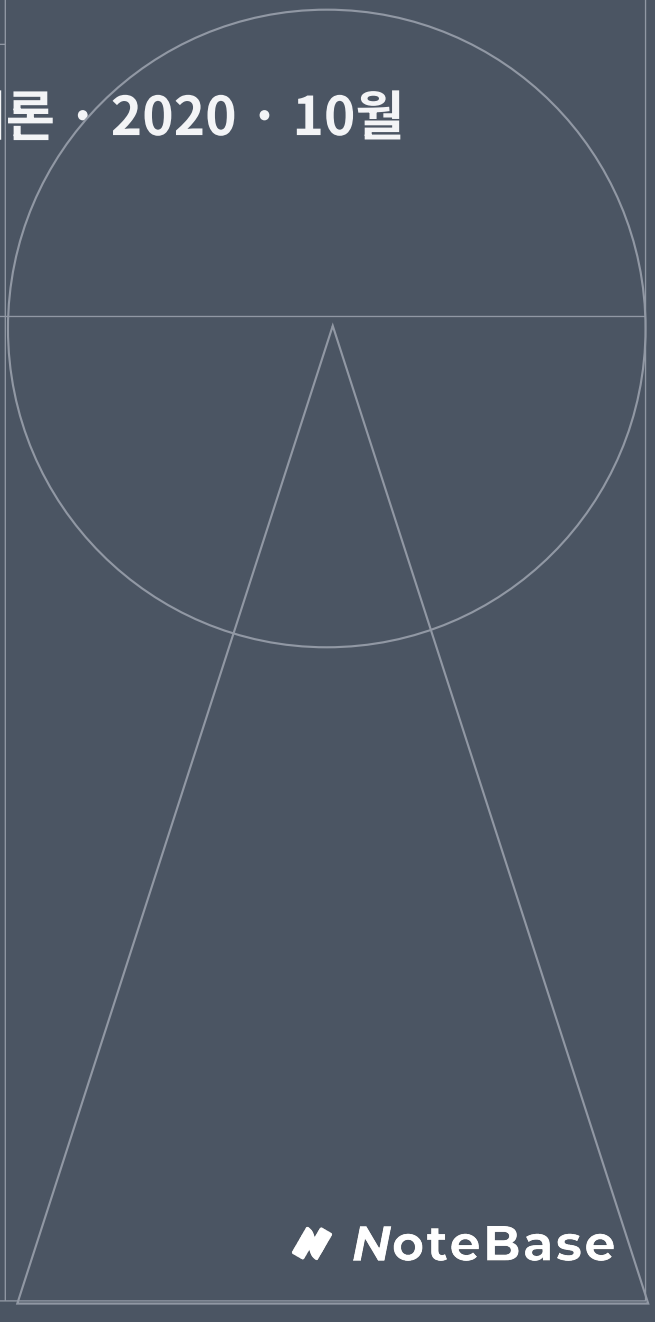
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2020 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2020 · 10월

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2020 · 10월

문 1. <보기>에서 고분자의 종류와 그 합성법을 옳게 짝지은 것은?

<보기>
ㄱ. 폴리에스터(Polyester)
ㄴ. 폴리스타이렌(Polystyrene)
ㄷ. 나일론(Nylon)
ㄹ. 테플론(Teflon)

① 축합중합: ㄱ, ㄴ, 첨가중합: ㄷ, ㄹ
② 축합중합: ㄱ, ㄷ, 첨가중합: ㄴ, ㄹ
③ 축합중합: ㄱ, ㄹ, 첨가중합: ㄴ, ㄷ
④ 축합중합: ㄴ, ㄷ, 첨가중합: ㄱ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 대표적 고분자를 축합중합과 첨가중합으로 정확히 분류할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

축합중합: 단량체의 작용기끼리 반응하면서 물, 알코올 같은 작은 분자가 함께 빠져나가며 고분자가 만들어지는 중합이다. 키워드는 이관능성 작용기와 부산물 생성이다.
첨가중합: 이중결합을 가진 단량체가 작은 분자 탈리 없이 연속적으로 결합하여 고분자가 만들어지는 중합이다. 키워드는 비닐 단량체와 부산물 없음이다.
폴리에스터와 나일론은 작용기 반응으로 만들어지는 축합중합 고분자이고, 폴리스타이렌과 테플론은 비닐계 단량체의 이중결합이 열리며 만들어지는 첨가중합 고분자이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2020 · 10월

선지별 해설

1번 X: 축합중합을 ㄱ, ㄴ으로 묶은 부분이 틀리다. 폴리에스터는 축합중합이 맞지만 폴리스타이렌은 스타이렌의 이중결합이 열리며 생성되는 첨가중합 고분자이다. 첨가중합을 ㄷ, ㄹ로 묶은 부분도 틀리다. 나일론은 디아민과 디카복실산류가 반응하며 작은 분자가 빠지는 축합중합이다. 올바르게는 축합중합은 ㄱ, ㄷ이고 첨가중합은 ㄴ, ㄹ이다.
2번 O: 폴리에스터와 나일론은 축합중합, 폴리스타이렌과 테플론은 첨가중합으로 분류하므로 옳다.
폴리스타이렌은 스타이렌, 테플론은 테트라플루오로에틸렌의 첨가중합 생성물이다.
3번 X: 축합중합을 ㄱ, ㄹ로 묶은 부분이 틀리다. 테플론은 축합중합이 아니라 테트라플루오로에틸렌의 첨가중합 고분자이다. 첨가중합을 ㄴ, ㄷ으로 묶은 부분도 틀리다. 나일론은 첨가중합이 아니라 축합중합이다. 올바르게는 축합중합은 ㄱ, ㄷ이고 첨가중합은 ㄴ, ㄹ이다.
4번 X: 축합중합을 ㄴ, ㄷ으로 묶은 부분이 틀리다. 폴리스타이렌은 축합중합이 아니라 첨가중합이다. 첨가중합을 ㄱ, ㄹ로 묶은 부분도 틀리다. 폴리에스터는 첨가중합이 아니라 축합중합이다. 올바르게는 축합중합은 ㄱ, ㄷ이고 첨가중합은 ㄴ, ㄹ이다.

오답 포인트

폴리에스터와 폴리스타이렌처럼 이름이 비슷한 고분자를 같은 부류로 착각하기 쉽다. 이 문제의 함정은 이름이 아니라 생성 방식으로 분류해야 한다는 점이다. 나일론을 합성섬유라는 이유만으로 첨가중합으로 오해하거나, 테플론을 특수 재료라는 이유만으로 별도 분류로 생각하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

고분자 종류를 묻는 문제에서는 먼저 단량체에 이중결합이 있는 비닐계인지, 아니면 두 작용기가 반응하며 작은 분자가 빠지는 형태인지를 본다. 비닐계 단량체이면 첨가중합, 작용기 반응과 부산물 생성형이면 축합중합으로 판단된다.

암기 포인트

폴리 "에스터"·나일론은 작용기 반응이라 축합중합, 폴리 "스타이렌"·테플론은 비닐계라 첨가중합이다.

NoteBase

문 2. <보기>는 여러 가지 상용 배터리의 산화전극과 환원전극의 반응이다. 이 중 재사용이 가능한 배터리를 모두 고른 것은?

<보기>

	산화전극	환원전극
ㄱ	$Cd(s)+2OH^-(aq) \rightarrow Cd(OH)_2(s)+2e^-$	$2Ni(OH)_3(s)+2e^- \rightarrow 2Ni(OH)_2(s)+2OH^-(aq)$
ㄴ	$Pb(s)+HSO_4^-(aq) \rightarrow PbSO_4(s)+H^+(aq)+2e^-$	$PbO_2(s)+3H^+(aq)+HSO_4^-(aq)+2e^- \rightarrow PbSO_4(s)+2H_2O(l)$
ㄷ	$Zn(s)+2OH^-(aq) \rightarrow ZnO(s)+H_2O(l)+2e^-$	$MnO_2(s)+2H_2O(l)+2e^- \rightarrow Mn(OH)_2(s)+2OH^-(aq)$
ㄹ	$Zn(s)+2OH^-(aq) \rightarrow ZnO(s)+H_2O(l)+2e^-$	$Ag_2O(s)+H_2O(l)+2e^- \rightarrow 2Ag(s)+2OH^-(aq)$
ㅁ	$2Na(l) \rightarrow 2Na^+$(전해질)$+2e^-$	$S_8(l)+16e^- \rightarrow 8S^{2-}$(전해질)

① ㄱ, ㄴ, ㅁ

② ㄱ, ㄷ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ, ㄹ

④ ㄷ, ㄹ, ㅁ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전극 반응식으로 배터리 종류를 판별한 뒤, 1차 전지와 2차 전지를 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

2차 전지는 방전 후 외부 전원을 걸어 반응을 역으로 진행시켜 다시 사용할 수 있는 전지이다. 대표 예는 니켈-카드뮴 전지, 납축전지, 나트륨-황 전지이다.
1차 전지는 재충전을 전제로 하지 않는 전지이다. 대표 예는 알카라인 망가니즈 전지와 산화은 전지이다.
ㄱ은 Cd와 Ni(OH)3/Ni(OH)2를 쓰는 니켈-카드뮴 전지, ㄴ은 Pb와 PbO2를 쓰는 납축전지, ㄷ은 Zn-MnO2 알카라인 전지, ㄹ은 Zn-Ag2O 산화은 전지, ㅁ은 Na-S 전지이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- ㄱ, ㄴ, ㅁ은 모두 재사용이 가능한 2차 전지이다.
- ㄱ은 니켈-카드뮴 전지, ㄴ은 납축전지, ㅁ은 나트륨-황 전지이므로 조합이 맞다.

② X
- 틀린 부분은 ㄷ, ㄹ을 재사용 가능 전지에 포함한 점이다.
- ㄷ은 Zn-MnO_2 알카라인 전지이고 ㄹ은 Zn-Ag_2O 산화은 전지로서 보통 1차 전지이다.
- 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㅁ이 재사용 가능 전지이다.

③ X
- 틀린 부분은 ㄷ, ㄹ을 포함하고 ㅁ을 제외한 점이다.
- ㄷ과 ㄹ은 1차 전지이고, ㅁ인 나트륨-황 전지는 대표적인 2차 전지이다.
- 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㅁ이 재사용 가능 전지이다.

④ X
- 틀린 부분은 ㄷ, ㄹ을 재사용 가능 전지로 본 점이다.
- ㅁ은 맞지만 ㄷ은 알카라인 전지, ㄹ은 산화은 전지이므로 이 둘은 재사용 가능 전지로 보지 않는다.
- 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㅁ이 재사용 가능 전지이다.

오답 포인트

Zn이 음극으로 나온다고 해서 ㄷ과 ㄹ까지 모두 같은 성격의 전지로 묶으면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 금속 이름이 아니라 짝이 되는 양극 물질과 대표 전지 종류를 연결하지 못하게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식을 보면 먼저 전지 종류를 대표 조합으로 식별한 뒤, 그 전지가 1차 전지인지 2차 전지인지 판정하면 된다. Cd-Ni 계열은 니켈-카드뮴 전지, Pb-PbO_2 계열은 납축전지, Na-S 계열은 나트륨-황 전지로 바로 연결되므로 재사용 가능 전지로 판단한다.

암기 포인트

재충전 가능 전지는 니켈-카드뮴, 납축전지, 나트륨-황 전지이고, 알카라인 전지와 산화은 전지는 대표적인 1차 전지이다.

NoteBase

문 3. <보기>의 전이금속 화합물의 자화율(magnetic susceptibility)을 측정했을 때, 가장 작은 값을 갖는 것은?

<보기>

ㄱ. $[Fe(CN)_6]^{3-}$

ㄴ. $[Co(CN)_6]^{3-}$

ㄷ. $[FeCl_6]^{4-}$

ㄹ. $[CoF_6]^{3-}$

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄹ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 리간드장의 세기와 금속 이온의 d 전자 수를 바탕으로 비짝전자 수를 비교하여 자화율이 가장 작은 착물을 고르는 문제이다.

핵심 개념

자화율이 가장 작은 것은 비짝전자가 가장 적은 착물이다. 반자성은 모든 전자가 짝지어진 상태이고, 상자성은 비짝전자가 있을수록 커진다.
[Fe(CN)6]3-는 Fe3+의 d^5 저스핀 착물이라 비짝전자 1개이다.
[Co(CN)6]3-는 Co3+의 d^6 저스핀 착물이라 t_{2g}^6으로 모두 짝지어져 반자성이다.
[FeCl6]4-는 Fe2+의 d^6 하이스핀 착물이라 비짝전자 4개이다.
[CoF6]3-는 Co3+의 d^6 하이스핀 착물이라 비짝전자 4개이다.

NoteBase

선지별 해설

1번(X): ㄱ [Fe(CN)6]3-이다.
Fe의 산화수는 +3이므로 d^5이다. CN-은 강한 장 리간드이므로 저스핀 t_{2g}^5가 되어 비짝전자 1개가 남는다.
상자성이므로 자화율이 가장 작지는 않다.
틀린 표현은 "가장 작은 값"에 해당한다고 본 판단이다. 올바르게는 비짝전자 1개를 가져 2번보다 자화율이 크다.
2번(O): ㄴ [Co(CN)6]3-이다.
Co의 산화수는 +3이므로 d^6이다. CN-은 강한 장 리간드이므로 저스핀 t_{2g}^6가 되어 모든 전자가 짝지어진다.
반자성이므로 네 착물 중 자화율이 가장 작다.
3번(X): ㄷ [FeCl6]4-이다.
Fe의 산화수는 +2이므로 d^6이다. Cl-은 약한 장 리간드이므로 하이스핀 $t_{2g}^4 e_g^2$가 되어 비짝전자 4개를 가진다.
상자성이 매우 커서 가장 작은 자화율과 거리가 멀다.
틀린 표현은 이 착물을 최소 자화율로 고른 판단이다. 올바르게는 비짝전자가 많아 자화율이 큰 쪽이다.
4번(X): ㄹ [CoF6]3-이다.
Co의 산화수는 +3이므로 d^6이다. F-은 약한 장 리간드이므로 하이스핀 $t_{2g}^4 e_g^2$가 되어 비짝전자 4개를 가진다.
따라서 자화율이 작지 않다.
틀린 표현은 이 착물이 반자성처럼 보인다는 착각이다. 올바르게는 약한 장 리간드 때문에 하이스핀 상자성 착물이다.

오답 포인트

Co3+가 들어가면 무조건 저스핀이라고 단순화하거나, CN-과 F-/Cl-의 리간드장 세기 차이를 놓치면 오답이 된다. 특히 d^6이라는 전자 수만 보고 ㄴ과 ㄹ을 같게 보면 함정에 걸린다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 금속의 산화수를 구해 d 전자 수를 정한다. 다음으로 리간드가 강한 장인지 약한 장인지 판단해 저스핀과 하이스핀을 나눈다. 마지막으로 비짝전자 수를 세어 가장 적은 착물을 고르면 자화율이 가장 작은 답이 된다.

암기 포인트

강한 장 리간드 CN-은 저스핀, 약한 장 리간드 F-/Cl-은 하이스핀 경향이 크다. 자화율 최소는 비짝전자 최소, 즉 반자성 착물이다.

NoteBase

문 4. <보기>를 설명하기 위해 가장 적당한 질소 분자의 바닥 상태 전자 배치는?

<보기>
액체 산소를 1mm 간극의 자석의 두 극 사이에 부으면 액체는 흘러내리지 않고 자석에 붙었다가 기화한다. 반면 같은 실험을 액체 질소를 가지고 수행하면 액체가 자석에 붙지 않고 바로 흘러 버리는 것을 볼 수 있다.

① $\sigma_{1s}^2\ \sigma_{1s}^{*2}\ \sigma_{2s}^2\ \sigma_{2s}^{*2}\ \sigma_{2p}^2\ \pi_{2p}^2\ \pi_{2p}^{*2}$
② $\sigma_{1s}^2\ \sigma_{1s}^{*2}\ \sigma_{2s}^2\ \sigma_{2s}^{*2}\ \pi_{2p}^2\ \sigma_{2p}^2\ \pi_{2p}^{*2}$
③ $\sigma_{1s}^2\ \sigma_{1s}^{*2}\ \sigma_{2s}^2\ \sigma_{2s}^{*2}\ \sigma_{2p}^2\ \pi_{2p}^4$
④ $\sigma_{1s}^2\ \sigma_{1s}^{*2}\ \sigma_{2s}^2\ \sigma_{2s}^{*2}\ \pi_{2p}^4\ \sigma_{2p}^2$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 분자오비탈의 에너지 순서와 홀전자 유무를 이용해 O2의 상자성과 N2의 반자성을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

상자성은 홀전자가 있어 자기장에 끌리는 성질이고, 반자성은 모든 전자가 짝지어져 자기장에 거의 끌리지 않는 성질이다.
N2의 바닥상태에서는 2p 분자오비탈의 순서가 π2p가 σ2p보다 낮아서 $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi2p^4\ \sigma2p^2$가 된다.
반면 O2는 그보다 전자가 2개 더 많아 π*2p에 홀전자 2개가 남으므로 상자성을 띤다.

선지별 해설

1번 X. π*2p에 이미 전자가 들어가 있으므로 반결합성 오비탈 점유가 나타난다. 이는 O2처럼 홀전자가 생기는 경우를 떠올리게 하는 배열이지 N2의 바닥상태 배열이 아니다. 틀린 표현은 π^*2p^2이고, 올바르게는 π*2p를 비워 둔 채 $\pi2p^4\ \sigma2p^2$가 되어야 한다.
2번 X. 이 배열도 π^*2p^2를 포함하므로 N2 바닥상태보다 높은 오비탈까지 전자를 올려 놓은 형태이다. 틀린 표현은 π^*2p^2이고, 올바르게는 반결합성 π*2p를 채우지 않고 $\pi2p^4\ \sigma2p^2$로 끝나야 한다.
3번 X. 전자 수 자체는 맞지만 2p 오비탈의 상대적 에너지 순서를 σ2p가 π2p보다 낮은 것처럼 쓴 점이 틀리다. N2에서는 s-p 혼성의 영향으로 π2p가 σ2p보다 먼저 채워진다. 틀린 표현은 $\sigma2p^2\ \pi2p^4$의 순서이고, 올바르게는 $\pi2p^4\ \sigma2p^2$이다.
4번 O. $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi2p^4\ \sigma2p^2$는 N2의 바닥상태 배열에 해당한다. 모든 전자가 짝지어져 반자성을 띠므로, π*2p에 홀전자 2개가 있어 상자성을 보이는 O2와 대비하여 제시문을 가장 잘 설명한다.

NoteBase

오답 포인트

O2와 N2를 모두 14전자 배열처럼 보거나, N2에서도 O2처럼 π*2p가 채워진다고 착각하면 1번이나 2번으로 흐르기 쉽다. 또 3번처럼 전자 수만 맞으면 된다고 보고 2p 오비탈의 채워지는 순서까지 확인하지 않으면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 자기장에 끌리는지로 홀전자 존재를 판단하고, 그다음 전체 전자 수를 맞춘 뒤 2주기 이원자 분자의 2p 오비탈 순서를 확인하면 된다. N2까지는 π2p가 σ2p보다 먼저, O2부터는 σ2p가 π2p보다 먼저 오는 배열을 적용하면 선지가 정리된다.

암기 포인트

N2는 $\pi 2p^4\ \sigma 2p^2$로 모두 짝전자, O2는 π*2p에 홀전자 2개라 상자성이다.

NoteBase

문 5. 수소 원자의 전자 궤도 함수의 에너지 준위에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 1 s < 2 s < 2p < 3 s < 3p < 3d < 4 s

② 1 s < 2 s < 2p < 3 s < 3p < 4 s < 3d

③ 1 s < 2 s = 2p < 3 s = 3p = 3d < 4 s

④ 1 s > 2 s > 2p > 3 s > 3p > 4 s > 3d

정답 3번

출제 포인트

수소 원자의 전자 궤도함수 에너지는 궤도 종류 s, p, d가 아니라 주양자수 n에만 의존한다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

수소 원자는 전자가 1개뿐이어서 같은 주양자수 n을 가지는 궤도함수는 에너지가 같다.
따라서 $n = 2$인 2 s와 2p는 같고, $n = 3$인 3 s, 3p, 3d도 서로 같다.
에너지 순서는 주양자수가 커질수록 높아져 $1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s$가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X

1 s < 2 s < 2p < 3 s < 3p < 3d < 4 s라고 하여 같은 n 안에서도 s, p, d의 에너지가 모두 다르다고 본 점이 틀리다.
수소 원자에서는 2 s와 2p가 같고 3 s, 3p, 3d도 같다.
틀린 표현은 "2 s < 2p"와 "3 s < 3p < 3d"이다. 올바르게는 $1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s$이다.

② X

1 s < 2 s < 2p < 3 s < 3p < 4 s < 3d라고 하여 4 s와 3d의 상대적 위치를 다전자 원자식으로 섞어 놓은 점이 틀리다.
수소 원자에서는 3d가 4 s보다 낮은 것이 아니라, 먼저 같은 $n = 3$의 3 s, 3p, 3d가 모두 같고 그 다음이 $n = 4$의 4 s이다.
틀린 표현은 "2 s < 2p", "3 s < 3p", "4 s < 3d"이다. 올바르게는 $2s = 2p$, $3s = 3p = 3d$, 그리고 $3d < 4s$가 아니라 같은 $n = 3$ 묶음 전체가 4 s보다 낮다.

③ O

1 s < 2 s = 2p < 3 s = 3p = 3d < 4 s는 수소 원자에서 에너지가 주양자수 n에만 의존한다는 성질과 일치한다.
같은 n을 가진 2 s와 2p, 3 s와 3p와 3d가 각각 축퇴되어 같은 에너지를 가지므로 옳다.

④ X

1 s > 2 s > 2p > 3 s > 3p > 4 s > 3d라고 하여 에너지 순서를 거꾸로 쓴 점이 틀리다.
전자 궤도함수의 에너지는 주양자수가 커질수록 높아지므로 1 s가 가장 낮다.
틀린 표현은 전체 부등호 방향이다. 올바르게는 $1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s$이다.

오답 포인트

다전자 원자의 오비탈 에너지 순서인 $4s$와 $3d$의 비교를 수소 원자에 그대로 가져오면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 "수소 원자"라는 조건을 놓치고 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d$ 같은 일반적인 전자배치 순서를 떠올리게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

발문에 수소 원자 또는 수소 유사 원자가 보이면 먼저 에너지가 주양자수 n에만 의존하는지 확인한다. 그 조건이면 같은 n의 s, p, d는 모두 같은 에너지로 묶어 판단한다.

암기 포인트

수소 원자는 같은 n이면 같은 에너지, 다전자 원자는 l에 따라 갈라진다.

NoteBase

문 6. 환원력이 가장 작은 금속은?

① Mg

② K

③ Au

④ Pb

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 금속이 전자를 내놓아 산화되려는 경향, 즉 금속의 환원력 크기 비교를 묻는 문제이다.

핵심 개념

환원력: 다른 물질을 환원시키기 위해 자신이 전자를 내놓는 성질이다. 금속은 자신이 쉽게 산화될수록 환원력이 크다.
금속의 반응성: K 같은 알칼리 금속은 매우 쉽게 산화되어 환원력이 크고, Au 같은 귀금속은 산화가 잘 일어나지 않아 환원력이 매우 작다.
비교 기준: '환원력이 가장 작은 금속'은 가장 안정하여 전자를 가장 내놓지 않는 금속이다.

선지별 해설

① X: Mg는 2족 금속으로 비교적 쉽게 산화되어 전자를 내놓으므로 환원력이 큰 편이다. 틀린 부분은 '가장 작은 금속이 Mg'라는 판단이다. 실제로는 Mg의 환원력은 Au보다 크다.
② X: K는 1족 알칼리 금속으로 매우 쉽게 산화되므로 제시된 금속 중 환원력이 가장 큰 쪽에 가깝다. 틀린 부분은 '가장 작은 금속이 K'라는 판단이다. 실제로는 K의 환원력은 Au, Mg, Pb보다 크다.
③ O: Au는 대표적인 귀금속으로 산화가 매우 어렵고 전자를 내놓는 경향이 작다. 따라서 제시된 금속 중 환원력이 가장 작다.
④ X: Pb는 K나 Mg보다 반응성이 작을 수는 있으나 귀금속인 Au만큼 비활성이 아니다. 틀린 부분은 '가장 작은 금속이 Pb'라는 판단이다. 실제로는 Pb의 환원력도 Au보다는 크다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 '환원력'을 '환원되기 쉬움'으로 거꾸로 읽는 오류이다. 금속의 환원력은 금속 자신이 산화되며 전자를 주는 힘이므로, 반응성이 큰 K와 Mg를 배제하고 귀금속 Au를 골라야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

금속의 환원력 비교는 '누가 더 쉽게 산화되는가'로 바꾸어 판단한다. 가장 쉽게 산화되는 금속이 환원력이 가장 크고, 귀금속처럼 산화가 가장 어려운 금속이 환원력이 가장 작다.

NoteBase

암기 포인트

금속 환원력은 금속의 산화 경향과 같은 방향이며, 귀금속 Au는 환원력이 가장 작다.

NoteBase

문 7. <보기>는 300K에서 3가지 기체의 표준 생성 엔탈피 ΔH_f°와 표준 엔트로피 S°를 나타낸 것이다. 300K에서 $A(g) + 3B(g) \rightarrow 2C(g)$ 반응의 표준 반응 자유 에너지 ΔG_r° [kJ]는?

<보기>

화합물	ΔH_f° [kJ/mol]	S° [J/K · mol]
$A(g)$	0	200
$B(g)$	0	100
$C(g)$	−50	150

① -40kJ

② -20kJ

③ 20kJ

④ 40kJ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 표준 반응 엔탈피와 표준 반응 엔트로피를 구한 뒤 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$를 적용해 표준 반응 자유에너지를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 300K에서 A(g), B(g), C(g)의 ΔH_f°와 S°이다.
반응식은 A(g)+3B(g) →2C(g)이다.
구해야 할 값은 300K에서 반응의 ΔG_r°이다.

사용할 공식

표준 반응 엔탈피는 Δ H_r^=Σ ν Δ H_f^(생성물)-Σ ν Δ H_f^(반응물)이다.
표준 반응 엔트로피는 Δ S_r^=Σ ν S^(생성물)-Σ ν S^(반응물)이다.
표준 반응 자유에너지는 $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 표에 각 물질의 표준 생성 엔탈피와 표준 엔트로피가 직접 주어졌기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 표준 반응 엔탈피를 구하면 $\Delta H_r^\circ = 2(-50) - \{0 + 3(0)\} = -100\text{kJ}$이다.
2. 표준 반응 엔트로피를 구하면 $\Delta S_r^\circ = 2(150) - \{200 + 3(100)\} = 300 - 500 = -200\text{J/K}$이다.
3. ΔS_r°를 kJ 단위로 바꾸면 -0.200kJ/K이다.
4. 따라서 $\Delta G_r^\circ = -100 - 300(-0.200) = -100 + 60 = -40\text{kJ}$이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과가 -40kJ이므로 옳다.
② X: -20kJ는 계산 결과와 다르므로 틀리다. 틀린 표현은 "표준 반응 자유에너지가 -20kJ이다"이고, 올바르게는 "표준 반응 자유에너지가 -40kJ이다"이다.
③ X: 20kJ는 부호와 값이 모두 다르므로 틀리다. 틀린 표현은 "표준 반응 자유에너지가 20kJ이다"이고, 올바르게는 "표준 반응 자유에너지가 -40kJ이다"이다. 이런 값은 $T\Delta S$의 부호를 잘못 처리하면 나오기 쉽다.
④ X: 40kJ는 음수여야 할 자유에너지를 양수로 본 값이므로 틀리다. 틀린 표현은 "표준 반응 자유에너지가 40kJ이다"이고, 올바르게는 "표준 반응 자유에너지가 -40kJ이다"이다. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$에서 $\Delta S < 0$이면 $-T\Delta S$가 양수가 된다는 점을 놓치면 혼동한다.

오답 포인트

엔트로피 단위를 J/K에서 kJ/K로 바꾸지 않거나, $\Delta S_r^\circ = -200\text{J/K}$의 음수를 놓치면 오답이 된다. 특히 $\Delta S < 0$일 때 $-T\Delta S$가 플러스가 된다는 부호 처리가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

열역학 계산형 문항은 반응식 계수로 ΔH_r°와 ΔS_r°를 먼저 구한 뒤, 엔트로피 단위를 kJ로 맞추고 마지막에 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, 그리고 $\Delta S < 0$이면 $-T\Delta S$는 양수 항이 된다.

NoteBase

문 8. <보기>는 $A(g)$로부터 $B(g)$가 생성되는 평형 반응의 균형 화학 반응식이다. 용기 속에 들어 있는 $A(g)$의 초기 농도가 0.5M이고 반응이 진행되어 도달한 평형 상태에서 $A(g)$와 $B(g)$의 농도가 각각 0.1M과 0.2M일 때, 반응이 진행되는 과정에서 평형에 도달하기 전 $A(g)$와 $B(g)$의 농도가 같아지는 지점에서의 반응지수 Q는? (단, 반응 초기에 용기 속에는 $A(g)$만 들어있고 온도와 용기의 부피는 일정하다.)

<보기>

$aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$

① $\frac{1}{6}$

② $\frac{1}{3}$

③ 3

④ 6

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 평형에서의 농도 변화량으로 반응식의 계수비를 구한 뒤, 농도가 같아지는 시점의 반응지수 Q를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 $[A] = 0.5M$, 초기 $[B] = 0M$, 평형에서 $[A] = 0.1M$, $[B] = 0.2M$이다.
구해야 할 값: 평형 도달 전 $[A] = [B]$가 되는 시점의 Q이다.
주의할 조건: 반응지수는 농도값 자체가 아니라 반응식 계수를 지수로 둔 식으로 계산한다.

사용할 공식

반응지수는 $Q = \frac{[B]^b}{[A]^a}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 반응식이 $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$ 꼴이므로 생성물 농도는 계수 b, 반응물 농도는 계수 a를 지수로 두어야 한다.

계산 과정

1. 평형까지 A는 $0.5 - 0.1 = 0.4M$ 감소했고, B는 $0.2 - 0 = 0.2M$ 증가했다. 따라서 계수비는 $a : b = 0.4 : 0.2 = 2 : 1$이다.
2. 반응식은 $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$로 볼 수 있다.
3. 농도가 같아지는 시점까지의 반응 진행량을 x라 두면 $[A] = 0.5 - 2x$, $[B] = x$이다. $[A] = [B]$이므로 $0.5 - 2x = x$, 따라서 $x = \frac{1}{6}$이다.
4. 이 시점의 농도는 $[A] = [B] = \frac{1}{6}M$이고, $Q = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{1/6}{(1/6)^2} = 6$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $\frac{1}{6}$은 $[A]=[B]$가 되는 시점의 공통 농도값일 뿐 반응지수가 아니다. 반응지수는 $Q=\frac{[B]}{[A]^2}$로 계산해야 하므로, Q는 $\frac{1}{6}$이 아니라 6이다.
② X: $\frac{1}{3}$은 분모의 $[A]^2$를 제곱하지 않고 잘못 처리할 때 나올 수 있는 값이다. 정확히는 $(1/6)^2=1/36$이므로 $Q=\frac{1/6}{1/36}=6$이다. 따라서 반응지수는 $\frac{1}{3}$이 아니라 6이다.
③ X: 3은 계수비를 찾은 뒤 반응지수 식에 계수를 끝까지 반영하지 못해 생기는 오산이다. 이 반응은 $2A \rightleftharpoons B$이므로 반드시 $Q=\frac{[B]}{[A]^2}$를 써야 하고, 계산값은 3이 아니라 6이다.
④ O: 평형 농도 변화량으로부터 반응식이 $2A \rightleftharpoons B$임을 구하고, $[A]=[B]=\frac{1}{6}M$일 때 $Q=\frac{1/6}{(1/6)^2}=6$으로 계산하면 맞다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 농도가 같아지는 값 $\frac{1}{6}$을 그대로 Q로 착각하거나, 반응식의 계수를 반응지수의 지수에 반영하지 않는 데 있다. 평형 농도 변화량으로 먼저 계수비를 찾지 않으면 식 자체를 잘못 세우게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 계산형 문항은 평형까지의 감소량과 증가량으로 계수비를 먼저 정하고, 그 계수비를 반응지수 식의 지수에 넣은 뒤, 묻는 시점의 농도를 대입해 계산하면 된다.

암기 포인트

평형 농도 변화량의 비가 곧 계수비이고, 반응지수의 지수는 항상 그 계수비이다.

NoteBase

문 9. <보기>는 메테인CH_4과 염소Cl_2의 반응에 대하여 제안된 반응 메커니즘이고, 단계 II의 반응 엔탈피는 0보다 크다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 온도와 잦음률A은 일정하고, k_{-1}, k_1, k_2, k_3는 반응 속도 상수이다.)

<보기>

단계	반응	속도
I	$\mathrm{Cl_2}(g) \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} 2\mathrm{Cl}(g)$	빠른 평형
II	$\mathrm{Cl}(g) + \mathrm{CH_4}(g) \xrightarrow{k_2} \mathrm{CH_3}(g) + \mathrm{HCl}(g)$	느림
III	$\mathrm{CH_3}(g) + \mathrm{Cl}(g) \xrightarrow{k_3} \mathrm{CH_3Cl}(g)$	빠름

① 전체 반응 차수는 2이다.

② 단계 II의 활성화 에너지는 역반응이 정반응보다 크다.

③ 속도 결정 단계는 단계 III이다.

④ CH_4에 대하여 1차인 반응이다.

정답 4번

출제 포인트

빠른 평형과 느린 단계를 이용해 중간체 농도를 치환하고 전체 속도식을 구하는 문제이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2020 · 10월

조건 정리

주어진 값:
- 단계 I: $Cl_2(g) \rightleftharpoons 2Cl(g)$, 빠른 평형
- 단계 II: $Cl(g) + CH_4(g) \rightarrow CH_3(g) + HCl(g)$, 느림
- 단계 III: $CH_3(g) + Cl(g) \rightarrow CH_3Cl(g)$, 빠름
- 단계 II의 반응 엔탈피는 0보다 크다.

구해야 할 값:
- 전체 속도식과 전체 반응 차수
- 각 선지의 옳고 그름

주의할 조건:
- 느린 단계가 속도 결정 단계이다.
- Cl은 중간체이므로 단계 I의 빠른 평형식으로 치환해야 한다.

사용할 공식

속도 결정 단계에서
$v = k_2[Cl][CH_4]$
빠른 평형에서
$k_1[Cl_2] = k_{-1}[Cl]^2$
따라서
$[Cl] = \left(\frac{k_1}{k_{-1}}[Cl_2]\right)^{1/2}$
이를 대입하면
$v = k_2\left(\frac{k_1}{k_{-1}}\right)^{1/2}[CH_4][Cl_2]^{1/2} = k[CH_4][Cl_2]^{1/2}$
이 공식을 쓰는 이유는 느린 단계의 속도식에 포함된 중간체 Cl을 앞선 빠른 평형으로 없애야 전체 반응물 농도만으로 속도를 나타낼 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 느린 단계가 단계 II이므로 속도식의 출발점은 $v = k_2[Cl][CH_4]$이다.
2. 단계 I이 빠른 평형이므로 $k_1[Cl_2] = k_{-1}[Cl]^2$에서 $[Cl] = \left(\frac{k_1}{k_{-1}}[Cl_2]\right)^{1/2}$를 얻는다.
3. 이를 대입하면 $v = k[CH_4][Cl_2]^{1/2}$가 된다.
4. 따라서 전체 반응 차수는 $1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$이고, CH_4에 대한 차수는 1이다.
5. 단계 II는 $\Delta H > 0$인 흡열 단계이므로 E_a,정-E_a,역=Δ H>0에서 정반응 활성화에너지가 역반응보다 크다.

NoteBase

선지별 해설

① X
전체 속도식은 $v = k[CH_4][Cl_2]^{1/2}$이다. 전체 차수는 $1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$이므로 "전체 반응 차수는 2이다"가 틀렸다. 올바르게는 전체 반응 차수는 $\frac{3}{2}$이다.

② X
단계 II는 정반응 엔탈피가 0보다 큰 흡열 단계이다. 따라서 E_a,정-E_a,역=Δ H>0이므로 정반응 활성화에너지가 더 크다. "역반응이 정반응보다 크다"가 틀렸고, 올바르게는 정반응 활성화에너지가 역반응보다 크다.

③ X
표에서 단계 II가 느리다고 주어졌으므로 속도 결정 단계는 단계 II이다. "속도 결정 단계는 단계 III이다"가 틀렸고, 올바르게는 속도 결정 단계는 단계 II이다.

④ O
속도식 $v = k[CH_4][Cl_2]^{1/2}$에서 CH_4의 지수는 1이다. 따라서 CH_4에 대하여 1차인 반응이라는 설명은 옳다.

오답 포인트

중간체 Cl을 제거하지 않고 느린 단계만 보고 차수를 읽으면 ①을 2차로 착각하기 쉽다. 또한 $\Delta H > 0$이면 정반응 활성화에너지가 더 크다는 관계를 뒤집어 ②를 고르기 쉽고, 표의 "느림" 표시를 놓치면 ③처럼 속도 결정 단계를 잘못 잡게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응 메커니즘 문제는 먼저 느린 단계를 찾아 속도식을 세운다. 그다음 속도식에 중간체가 있으면 앞의 빠른 평형식으로 치환한다. 치환이 끝나면 각 반응물의 지수를 읽어 차수를 판단하고, ΔH의 부호로 정반응과 역반응의 활성화에너지 크기를 비교한다.

암기 포인트

빠른 평형과 느린 단계가 함께 나오면 속도식은 "느린 단계 식을 세우고 중간체를 평형식으로 치환"하는 구조이다.

NoteBase

문 10. <보기>는 HCN을 생성하는 반응인데, 계수가 맞추어지지 않은 반응식이다. 반응의 실제 수득률이 100%라고 가정하고, 반응물 NH_3, O_2, CH_4이 각각 100.0 g씩 들어 있을 때, 생성되는 HCN의 무게와 가장 가까운 값[g]은? (단, H, C, N, O의 몰 질량은 각각 1.0, 12.0, 14.0, 16.0g/mol이다.)

<보기>

$NH_3(g) + O_2(g) + CH_4(g) \rightarrow HCN(g) + H_2O(g)$

① 28 g

② 56 g

③ 68 g

④ 84 g

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 반응식을 먼저 맞춘 뒤 한계 반응물을 찾아 생성되는 HCN의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: NH3 100.0 g, O2 100.0 g, CH4 100.0 g이다.
구해야 할 값: 생성되는 HCN의 질량이다.
주의할 조건: 반응식이 미정계수 상태이므로 먼저 계수를 맞춰야 하고, 실제 수득률은 100%이다.

사용할 공식

반응식은 $2NH_3 + 3O_2 + 2CH_4 \rightarrow 2HCN + 6H_2O$ 이다.
각 물질의 몰수는 질량을 몰질량으로 나누어 구하고, (n)/(계수)가 가장 작은 물질이 한계 반응물이다.
이 공식을 쓰는 이유: 생성물의 양은 맞춘 계수비와 한계 반응물로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 몰수를 구하면 $n(NH_3) = \frac{100}{17} = 5.88mol$, $n(O_2) = \frac{100}{32} = 3.125mol$, $n(CH_4) = \frac{100}{16} = 6.25mol$이다.
2. 계수로 나누면 $\frac{5.88}{2} = 2.94$, $\frac{3.125}{3} = 1.04$, $\frac{6.25}{2} = 3.13$이므로 가장 작은 O2가 한계 반응물이다.
3. $3mol$의 O2가 $2mol$의 HCN을 만들므로 생성되는 HCN은 $3.125 \times \frac{2}{3} = 2.083mol$이다.
4. HCN의 몰질량은 $1 + 12 + 14 = 27g/mol$이므로 질량은 $2.083 \times 27 = 56.25g$이고 가장 가까운 값은 56 g이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과 HCN은 56.25 g이므로 28 g은 맞지 않는다. 최종 질량을 절반으로 한 번 더 나눈 것과 같은 오산에 해당하고, 올바른 값은 56 g이다.
② O: 맞춘 반응식과 한계 반응물 O2를 적용하면 HCN의 질량은 56.25 g이므로 가장 가까운 값은 56 g이다.
③ X: 계산 결과와 다르므로 틀리다. 68 g이 되려면 한계 반응물 판단이나 몰질량 계산을 잘못한 경우가 많고, 올바른 값은 56 g이다.
④ X: 84 g은 반응식을 맞추지 않은 채 NH3:O2:CH4:HCN을 1:1:1:1처럼 처리했을 때 나오는 대표적 오답이다. 이 반응은 반드시 2:3:2:2로 맞춘 뒤 계산해야 하므로 올바른 값은 56 g이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 '계수가 맞추어지지 않은 반응식'이라는 조건을 무시하는 데 있다. 반응식을 맞추지 않으면 ④처럼 84 g이 쉽게 나오고, 한계 반응물을 보지 않으면 다른 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 화학 반응 문제는 반응식 계수 맞춤 → 각 반응물의 몰수 계산 → (몰수)/(계수) 비교로 한계 반응물 결정 → 생성물 몰수와 질량 환산의 순서로 판단한다.

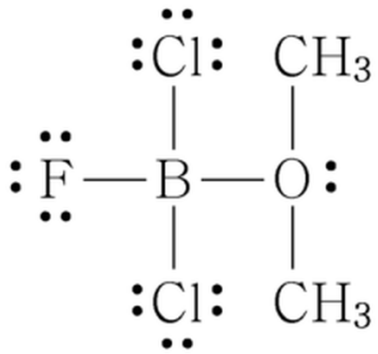
암기 포인트

미정계수 반응식은 먼저 맞추고, 생성물의 양은 한계 반응물과 계수비로 정해진다.

NoteBase

문 11. <보기>의 화합물에서 붕소(B), 산소(O), 불소(F) 원자의 형식 전하는?

<보기>



① B: +1, O: +1, F: -1

② B: +1, O: -1, F: 0

③ B: -1, O: -1, F: -1

④ B: -1, O: +1, F: 0

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 루이스 구조에서 각 원자의 비공유전자쌍 수와 결합 수를 읽어 형식 전하를 계산하는 문제이다. 보기의 중심 원자 B는 단일 결합 4개를 하고, O는 단일 결합 3개와 비공유전자쌍 1개를 가지며, F는 단일 결합 1개와 비공유전자쌍 3개를 가진다.

선지별 해설

① X. B를 +1, O를 +1, F를 -1로 본 점이 틀리다. B의 형식 전하는 3 - 0 - 4 = -1이고, O의 형식 전하는 6 - 2 - 3 = +1이며, F의 형식 전하는 7 - 6 - 1 = 0이다. 틀린 표현은 "B +1, F -1"이고, 올바르게는 "B -1, F 0"이다.
② X. O를 -1, F를 0으로 본 점에서 O의 판단이 틀리다. O는 단일 결합이 3개이고 비공유전자쌍이 1개이므로 형식 전하는 6 - 2 - 3 = +1이다. 틀린 표현은 "O -1"이고, 올바르게는 "O +1"이다.
③ X. B를 -1로 본 점은 맞지만 O와 F를 모두 -1로 본 점이 틀리다. O는 +1, F는 0이므로 이 선택지는 두 원자의 전하를 잘못 잡았다. 틀린 표현은 "O -1, F -1"이고, 올바르게는 "O +1, F 0"이다.
④ O. B는 원자가전자 3개로 단일 결합 4개를 하므로 형식 전하가 -1이다. O는 원자가전자 6개로 단일 결합 3개와 비공유전자 2개를 가져 +1이다. F는 원자가전자 7개로 단일 결합 1개와 비공유전자 6개를 가져 0이다. 따라서 B -1, O +1, F 0이 맞다.

NoteBase

오답 포인트

형식 전하를 산화수처럼 외워서 F를 무조건 -1, O를 무조건 -1로 두면 틀리기 쉽다. 이 문항은 실제 결합 수와 비공유전자 수를 세어야 하며, 특히 O가 결합 3개를 하면 +1이 되고 B가 원자가전자보다 많은 4개의 결합을 하면 -1이 된다는 점을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 원자마다 원자가전자 수를 적고, 루이스 구조에서 비공유전자 수와 결합 수를 바로 세어 형식 전하 = 원자가전자 수 - 비공유전자 수 - 결합 수로 계산하면 된다. 할로젠은 보통 단일 결합 1개와 비공유전자쌍 3개이면 0, 산소는 결합 3개와 비공유전자쌍 1개이면 +1로 정리된다.

암기 포인트

형식 전하는 산화수가 아니라 루이스 구조 계산값이다. B가 단일 결합 4개이면 -1, O가 단일 결합 3개이면 +1, 할로젠이 단일 결합 1개이면 0이다.

NoteBase

문 12. $Ba(NO_3)_2$**와** $BaCl_2$**의 혼합물 2.000 g을 물에 녹인 후, 더 이상 침전이 생기지 않을 때까지 0.500M 농도** $AgNO_3$ **용액을 한 방울씩 가하였더니, 흰색 침전 0.717 g이 얻어졌다. 침전이 완전히 형성되는 데 필요한 0.500M 농도** $AgNO_3$ **용액의 최소 부피[mL]와 가장 유사한 값은? (단, Ba, N, O, Cl, Ag의 몰 질량은 각각 137.3, 14.0, 16.0, 35.5,** 107.9g/mol**이다.)**

① 10mL

② 12mL

③ 15mL

④ 20mL

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 침전 질량으로 염화이온의 몰수를 구한 뒤, Ag^+와 Cl^-의 1:1 반응비로 필요한 $AgNO_3$ 용액의 최소 부피를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 혼합물 질량 2.000 g, 0.500M $AgNO_3$ 용액, 생성된 흰색 침전 0.717 g이다.
흰색 침전은 $AgCl$이다.
구해야 할 값은 침전이 완전히 생기는 데 필요한 0.500M $AgNO_3$ 용액의 최소 부피이다.

사용할 공식

몰수는 $n = \frac{m}{M}$로 구하고, 반응식은 $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 실제로 침전을 만드는 이온이 Cl^-뿐이므로, 생성된 $AgCl$의 몰수가 곧 반응한 Cl^- 몰수이자 필요한 Ag^+ 몰수이기 때문이다.

계산 과정

$AgCl$의 몰질량은 $107.9 + 35.5 = 143.4 g/mol$이다.
따라서 생성된 $AgCl$의 몰수는 $n(AgCl) = \frac{0.717}{143.4} = 0.00500 mol$ 이다.
반응식에서 Ag^+와 Cl^-는 1:1로 반응하므로 필요한 $AgNO_3$의 몰수는 0.00500 mol이다.
그러므로 필요한 용액의 부피는 $V = \frac{n}{C} = \frac{0.00500}{0.500} = 0.0100 L = 10.0 mL$ 이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2020 · 10월

선지 판단

1번 O: 계산 결과 필요한 최소 부피는 10.0 mL이므로 맞다.
2번 X: 12 mL는 0.500*M* 용액 0.0060 mol에 해당하여 필요한 양보다 많다. 틀린 표현은 12 mL이고, 올바르게는 10 mL이다.
3번 X: 15 mL는 0.500*M* 용액 0.0075 mol에 해당하여 최소 부피가 아니다. 틀린 표현은 15 mL이고, 올바르게는 10 mL이다.
4번 X: 20 mL는 0.500*M* 용액 0.0100 mol에 해당하여 필요한 양의 정확히 두 배이다. 틀린 표현은 20 mL이고, 올바르게는 10 mL이다.

오답 포인트

혼합물 전체 질량 2.000 g과 $Ba(NO_3)_2$ 존재에 시선이 끌리기 쉽지만, 침전을 만드는 것은 $BaCl_2$가 제공하는 Cl^-뿐이다. 따라서 먼저 침전의 종류를 $AgCl$로 정하고, 침전 질량에서 바로 Cl^- 몰수를 읽어내야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

침전 반응 문제는 생성 침전의 화학식을 먼저 정한 뒤, 침전 질량으로 몰수를 구하고, 반응비로 필요한 시약 몰수를 연결한 다음, 마지막에 농도로 부피를 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

침전 질량이 주어지면 침전 몰수부터 구하고, 최소 시약 부피는 반응비와 농도로 바로 연결된다.

NoteBase

문 13. 우리가 존재하는 우주와 전혀 다른 물리 법칙들이 적용되는 어떤 우주에서 전자의 양자수를 (a, b, c, d)라고 정의하고, 이들 양자수는 <보기>의 조건을 만족한다고 가정하자. a=5인 경우, 수용할 수 있는 전자의 최대 개수는?

<보기>
• a는 양의 정수 (1, 2, 3, 4, 5, · · ·)
• b는 a 이하의 양의 홀수 (b≤a)
• c는 -b보다 크고 +b보다 작은 짝수 (0 포함)
• d는 -1/2 혹은 +1/2

① 14
② 16
③ 18
④ 20

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 $a = 5$로 고정했을 때 허용되는 b, c, d 조합의 개수를 세어 전자가 차지할 수 있는 상태 수를 구하는 문제이다.

조건 정리

- $a = 5$이다.
- b는 a 이하의 양의 홀수이므로 $b = 1, 3, 5$이다.
- c는 $-b < c < b$를 만족하는 짝수이며 0도 포함한다.
- d는 $-1/2$ 또는 $+1/2$이므로 각 (b, c) 조합마다 2가지이다.

사용할 공식

가능한 전자 수는 허용되는 (b, c, d) 조합 수와 같다.
각 b에 대해 가능한 c의 개수를 세고, 각 (b, c)마다 d가 2가지이므로 전체 수는
전자 수=2×Σ (각 b에서 가능한 c의 개수)
로 계산한다.
이 공식을 쓰는 이유는 한 전자의 상태가 (a, b, c, d) 한 조합으로 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. $b=1$이면 $-1<c<1$인 짝수는 $c=0$뿐이므로 1가지이다. 따라서 전자 상태 수는 $1\times 2=2$개이다.
2. $b=3$이면 가능한 c는 $-2, 0, 2$이므로 3가지이다. 따라서 전자 상태 수는 $3\times 2=6$개이다.
3. $b=5$이면 가능한 c는 $-4,\ -2, 0, 2, 4$이므로 5가지이다. 따라서 전자 상태 수는 $5\times 2=10$개이다.
4. 전체 전자 상태 수는 $2+6+10=18$개이다.

선지별 해설

① X
14개는 어떤 b에서 가능한 c 값을 빠뜨리거나, 일부 (b, c) 조합에서 $d=\pm 1/2$의 두 상태를 모두 세지 않은 값이다. 올바르게는 $b=1, 3, 5$에서 각각 2개, 6개, 10개를 더해 18개이다.

② X
16개는 전체 (b, c) 조합 9개는 셌지만 그중 한 조합에서 d의 2가지를 빠뜨린 식의 누락 계산이다. 올바르게는 모든 (b, c) 조합마다 d가 반드시 2가지이므로 $9\times 2=18$개이다.

③ O
$b=1, 3, 5$에서 가능한 c의 개수는 각각 1개, 3개, 5개이고, 각 경우마다 d가 2가지이므로 전체 전자 수는 $2(1+3+5)=18$개이다. 따라서 18개가 맞다.

④ X
20개는 c의 범위를 과대계산한 값이다. 특히 $b=5$에서 경계값을 포함시키거나 짝수 조건을 잘못 보면 20개처럼 커질 수 있다. 올바르게는 c가 $-b<c<b$를 만족해야 하므로 경계는 제외되고, 최종 개수는 18개이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 c의 조건이 "b 이하"가 아니라 "$-b<c<b$"라는 점과, d가 항상 2가지라는 점이다.
경계값을 포함하거나 d의 2가지를 한 번이라도 누락하면 14개, 16개, 20개 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

이런 양자수 개수 세기 문제는 먼저 각 양자수의 허용 범위를 순서대로 적고, 그다음 가장 안쪽 변수의 경우의 수를 센 뒤 마지막에 스핀처럼 독립적으로 붙는 2가지를 곱하는 방식으로 판단한다.

암기 포인트

홀수 b에 대해 $-b<c<b$인 짝수 c의 개수는 b개이고, 여기에 d의 2가지를 곱하면 된다.

NoteBase

문 14. 알케인(alkane) C_6H_{14}의 구조이성질체의 개수와 존재하는 거울상이성질체 쌍의 수를 옳게 짝지은 것은?

① 구조이성질체의 개수: 4개, 거울상이성질체 쌍의 수: 1쌍
② 구조이성질체의 개수: 5개, 거울상이성질체 쌍의 수: 0쌍
③ 구조이성질체의 개수: 5개, 거울상이성질체 쌍의 수: 1쌍
④ 구조이성질체의 개수: 5개, 거울상이성질체 쌍의 수: 2쌍

정답 2번

출제 포인트

이 문항은 C6H14의 구조이성질체를 빠짐없이 세고, 각 구조에 비대칭 탄소가 있는지로 거울상이성질체 존재 여부를 판별하는 문제이다.

핵심 개념

구조이성질체는 분자식은 같지만 탄소 골격이나 결합 순서가 다른 화합물이다.
C6H14의 구조이성질체는 n-헥산, 2-메틸펜탄, 3-메틸펜탄, 2,2-디메틸부탄, 2,3-디메틸부탄의 5개이다.
거울상이성질체는 네 가지 서로 다른 치환기를 가진 비대칭 탄소가 있을 때 생긴다. 위 5개 구조에는 그런 탄소가 없어 거울상이성질체 쌍은 0쌍이다.

선지별 해설

① X: 틀린 표현은 "구조이성질체의 개수 4개"와 "거울상이성질체 쌍의 수 1쌍"이다. C6H14의 구조이성질체는 5개이며, 거울상이성질체 쌍은 0쌍이다.
② O: 구조이성질체는 5개이고, 다섯 구조 모두 비대칭 탄소가 없어 거울상이성질체 쌍은 0쌍이다.
③ X: 틀린 표현은 "거울상이성질체 쌍의 수 1쌍"이다. 구조이성질체 수 5개는 맞지만 2-메틸펜탄은 메틸기가 두 개, 3-메틸펜탄은 에틸기가 두 개 붙은 탄소를 가져 비대칭 탄소가 없으므로 실제로는 0쌍이다.
④ X: 틀린 표현은 "거울상이성질체 쌍의 수 2쌍"이다. 2,2-디메틸부탄과 2,3-디메틸부탄까지 포함해도 비대칭 탄소를 가진 구조가 없으므로 올바르게는 0쌍이다.

오답 포인트

3-메틸펜탄이나 2,3-디메틸부탄을 보면 가지가 있어 입체이성질체가 있을 것처럼 보이는 점이 함정이다. 그러나 카이랄 중심 판단은 모양이 아니라 한 탄소에 연결된 네 치환기가 서로 모두 다른지로 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 탄소 골격을 직쇄, 메틸 한 개 치환, 메틸 두 개 치환으로 나누어 구조이성질체를 센다. 그다음 각 구조에서 후보 탄소 하나를 잡아 네 치환기가 모두 다른지 확인하면 거울상이성질체 존재 여부를 빠르게 판단할 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

C6H14는 구조이성질체 5개, 거울상이성질체 0쌍이다. 가지가 있다고 바로 카이랄인 것은 아니다.

문 15. 어느 시약회사에서 반감기가 20일인 어떤 방사능 동위원소를 생산하고, 생산 당시의 순도는 80.0%라고 한다. 재고조사를 하다가 생산한 지 80일이나 지난 시약병을 창고에서 발견하였다면, 발견 당시의 이 시약의 순도[%]는?

① 2.0%

② 4.0%

③ 5.0%

④ 10.0%

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 방사성 동위원소의 반감기와 초기 순도를 함께 적용해 80일 후의 실제 순도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반감기 20일, 생산 당시 순도 80.0%, 경과 시간 80일이다.
구해야 할 값: 80일 후 시약의 순도이다.
주의할 조건: 80일은 반감기 4번에 해당하므로 처음의 80.0%에 $\frac{1}{16}$을 곱한다.

사용할 공식

방사성 동위원소의 남은 비율은 $N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 반감기마다 양이 절반으로 줄어드는 전형적인 방사성 붕괴 상황이기 때문이다.

계산 과정

1. 경과한 반감기 수는 $80 \div 20 = 4$회이다.
2. 방사성 동위원소의 남은 비율은 $\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$이다.
3. 생산 당시 순도 80.0%에 이를 곱하면 $0.80 \times \frac{1}{16} = 0.05$이므로 5.0%이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 2.0%는 네 번의 반감기를 적용한 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 '80일 후 순도가 2.0%'라는 부분이고, 올바르게는 80일 후 순도는 5.0%이다.
2번 X: 4.0%는 $0.80 \times \frac{1}{16}$ 계산을 잘못한 값이다. 틀린 표현은 '80일 후 순도가 4.0%'라는 부분이고, 올바르게는 5.0%이다.
3번 O: 80일은 반감기 4번이므로 방사성 동위원소는 처음의 $\frac{1}{16}$만 남는다. 생산 당시 순도 80.0%였으므로 실제 순도는 5.0%가 된다.
4번 X: 10.0%는 반감기를 3번만 적용한 값이다. 틀린 표현은 '80일 후 순도가 10.0%'라는 부분이고, 올바르게는 반감기 4번을 적용해 5.0%로 본다.

오답 포인트

생산 당시 순도 80.0%를 그대로 두고 반감기 횟수만 세거나, 80일을 60일처럼 보아 세 번만 반감시키면 10.0% 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

반감기 문제는 먼저 전체 경과 시간을 반감기로 나누어 횟수를 정하고, 그다음 초기 순도나 초기 양에 $\left(\frac{1}{2}\right)^n$을 곱해 최종 값을 판단한다.

암기 포인트

반감기 4번이면 처음 양의 $\frac{1}{16}$이 남고, 초기 순도 80%는 마지막에 함께 곱한다.

NoteBase

문 16. <보기>는 2주기 원소 분자 X_2의 바닥 상태에 대한 설명이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>
• 반자기성이다.
• 전자가 들어있는 가장 높은 에너지 준위의 오비탈(HOMO)은 π_{2p}^{*}이다.

① 바닥 상태에서 X는 상자기성이다.

② X는 2주기 원소 중 전기음성도가 가장 크다.

③ X_2의 결합 차수는 2이다.

④ X_2에서 X의 혼성궤도함수는 sp^3이다.

정답 3번

출제 포인트

반자기성과 HOMO의 종류를 분자오비탈에 연결하여 X_2가 F_2임을 찾고, 그에 따라 원자의 자기성, 전기음성도, 결합 차수, 혼성 상태를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

F_2는 π_{2p}^{*} 오비탈까지 전자가 모두 짝지어 채워져 반자기성을 띠는 2주기 이원자 분자이다.
O_2도 HOMO가 π_{2p}^{*}이지만 홀전자가 있어 상자기성이고, N_2는 반자기성이지만 HOMO가 σ_{2p}이므로 조건이 맞지 않는다.
따라서 제시 조건을 동시에 만족하는 X_2는 F_2이고, 결합 차수는 $(8-6)/2=1$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
바닥 상태의 F 원자는 $1s^2 2s^2 2p^5$ 전자배치를 가지며 $2p$에 홀전자 1개가 남아 있어 상자기성이다.

② O
$X = F$이므로 2주기 원소 중 전기음성도가 가장 큰 원소가 맞다. 2주기에서 전기음성도는 일반적으로 오른쪽으로 갈수록 커지며 F가 최댓값을 가진다.

③ X
틀린 부분은 "결합 차수는 2"라는 표현이다.
F_2는 반결합성 π_{2p}^* 오비탈까지 채워져 결합 차수가 1이다. 올바르게는 "X_2의 결합 차수는 1이다."이다.

④ O
F_2에서 각 F 원자는 σ 결합 1개와 비공유전자쌍 3개를 가져 전자영역이 4개이므로 sp^3 혼성으로 본다.

오답 포인트

반자기성만 보고 N_2를 떠올리거나, HOMO가 π_{2p}^*라는 조건만 보고 O_2를 떠올리면 오답이 된다. 이 문제는 두 조건을 동시에 만족해야 하므로 F_2로 좁혀야 한다. 또한 F_2는 단일 결합이므로 ③의 "결합 차수 2"가 가장 직접적인 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

이원자 분자 문제에서는 먼저 자기성으로 홀전자 유무를 본다. 그다음 HOMO가 결합성인지 반결합성인지 확인해 후보를 줄인다. 마지막으로 결합 차수를 (결합성 전자 수-반결합성 전자 수)/2로 계산하면 선지를 빠르게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

O_2는 π_{2p}^*에 홀전자가 있어 상자기성, F_2는 π_{2p}^*까지 짝지어 채워 반자기성이고 결합 차수는 1이다.

NoteBase

문 17. <보기>는 물H_2O과 액체 A의 온도에 따른 증기압에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>

온도(℃)	증기압(mmHg)	
	$H_2O(l)$	$A(l)$
30	32	79
80	355	808

① 정상 끓는점은 A가 H_2O보다 높다.

② 분자 간 인력은 A가 H_2O보다 크다.

③ 증발 엔탈피(Δ H_증발)는 A가 H_2O보다 크다.

④ 각각의 정상 끓는점에서 A와 H_2O의 증기압은 같다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 표에서 같은 온도에서의 증기압 크기를 비교하고, 그로부터 정상 끓는점과 분자 간 인력을 연결하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 단위를 확인한다. 정상 끓는점은 증기압이 760 mmHg가 되는 온도이다.
2. 같은 온도에서 두 액체의 증기압을 비교한다. 30°C와 80°C 모두 A의 증기압이 H2O보다 크다.
3. 같은 온도에서 증기압이 클수록 분자 간 인력이 약하고 끓는점이 낮다는 연결로 선지를 판단한다.

핵심 근거

표의 30°C 행에서 A는 79 mmHg, H2O는 32 mmHg이다.
표의 80°C 행에서도 A는 808 mmHg, H2O는 355 mmHg이다.
따라서 같은 온도에서 A의 증기압이 항상 더 크므로 A가 더 잘 증발하고, 분자 간 인력은 더 약하며, 정상 끓는점은 더 낮다고 판단할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
근거 위치: 30°C와 80°C의 두 행 모두에서 A의 증기압이 H2O보다 크다.
같은 온도에서 증기압이 큰 액체가 더 낮은 온도에서 760 mmHg에 도달하므로 정상 끓는점은 A가 H2O보다 낮다.
틀린 표현은 "A가 H2O보다 높다"이다. 올바르게는 "정상 끓는점은 A가 H2O보다 낮다"이다.

② X
근거 위치: 30°C에서 79 > 32, 80°C에서 808 > 355이다.
같은 온도에서 증기압이 클수록 액체 분자가 기체로 더 쉽게 나가므로 분자 간 인력은 더 약하다.
틀린 표현은 "분자 간 인력은 A가 H2O보다 크다"이다. 올바르게는 "분자 간 인력은 A가 H2O보다 작다"이다.

③ X
근거 위치: 전 온도 구간에서 A의 증기압이 더 크고, 80°C에서는 이미 808 mmHg로 760 mmHg를 넘는다.
증발 엔탈피는 분자 간 인력이 클수록 커지는데, A는 H2O보다 분자 간 인력이 약하므로 증발 엔탈피도 더 작다.
틀린 표현은 "증발 엔탈피는 A가 H2O보다 크다"이다. 올바르게는 "증발 엔탈피는 A가 H2O보다 작다"이다.

④ O
근거 위치: 정상 끓는점의 정의 자체를 사용한다.
정상 끓는점은 외부 압력이 1 atm일 때 액체의 증기압이 1 atm, 즉 760 mmHg가 되는 온도이다.
따라서 각각의 정상 끓는점에서 A와 H2O의 증기압은 모두 760 mmHg로 같다.

오답 포인트

증기압이 크면 끓는점도 크다고 반대로 연결하는 실수가 잦다. 이 문제는 같은 온도에서의 증기압 비교를 끓는점 비교로 바꿀 때 방향이 뒤집히지 않는지가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 온도에서 증기압이 큰 액체를 먼저 찾고, 그 액체는 분자 간 인력이 약하고 정상 끓는점이 낮다고 연결하면 된다. 정상 끓는점에서는 어떤 액체이든 증기압이 760 mmHg로 같다는 정의도 함께 적용한다.

암기 포인트

같은 온도에서 증기압이 크면 분자 간 인력은 약하고 정상 끓는점은 낮다.

NoteBase

문 18. <보기>에서 설명하는 배위 화합물로 가장 적절한 것은? (단, en은 $NH_2CH_2CH_2NH_2$이다.)

<보기>
• 금속의 산화수는 +3이다.
• 수용액에서 1몰이 해리되었을 때 생성되는 이온의 수는 3몰이다.
• 착이온의 기하 이성질체가 존재한다.

① $[Co(NH_3)_4(H_2O)Br]Cl_2$
② $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$
③ $[Co(H_2O)_6](NO_3)_2$
④ $[Co(\mathrm{en})_2Cl_2]Cl$

정답 1번

출제 포인트

착이온의 전하로 금속의 산화수를 구하고, 괄호 밖 반대이온 수로 해리 이온 수를 세며, 옥타헤드랄 착이온의 기하 이성질체 가능 여부를 함께 판정하는 문제이다.

핵심 개념

배위 화합물은 괄호 안 착이온의 전하와 괄호 밖 반대이온 수를 함께 봐야 한다.
옥타헤드랄에서 MA_4BC형과 $M(en)_2Cl_2$형은 cis/trans 기하 이성질체가 가능하고, MA_5B형과 MA_6형은 기하 이성질체가 없다.

NoteBase

선지별 해설

1번 O: [Co(NH3)4(H2O)Br]Cl2에서 괄호 밖에 Cl-가 2개 있으므로 착이온 전하는 +2이다. NH3와 H2O는 중성, 배위된 Br-는 -1이므로 Co의 산화수는 +3이다. 물에 녹으면 [Co(NH3)4(H2O)Br]2+, 2Cl-로 해리되어 이온 수는 3몰이다. 착이온은 옥타헤드랄 MA_4BC형이므로 cis/trans 기하 이성질체가 존재한다.
2번 X: 틀린 부분은 '착이온의 기하 이성질체가 존재한다'에 해당하는 판정이다. [Co(NH3)5Cl]Cl2도 Co의 산화수는 +3이고 해리 이온 수는 3몰이지만, 착이온 [Co(NH3)5Cl]2+는 MA_5B형이라 배열이 하나뿐이어서 기하 이성질체가 없다. 올바르게는 '기하 이성질체가 없다'이다.
3번 X: 틀린 부분은 '금속의 산화수는 +3이다'이다. [Co(H2O)6](NO3)2는 괄호 밖에 NO3-가 2개이므로 착이온 전하는 +2이고, H2O는 모두 중성이어서 Co의 산화수는 +2이다. 올바르게는 '금속의 산화수는 +2이다'이다. 또한 [Co(H2O)6]2+는 MA_6형이라 기하 이성질체도 없다.
4번 X: 틀린 부분은 '수용액에서 1몰이 해리되었을 때 생성되는 이온의 수는 3몰이다'이다. [Co(en)2Cl2]Cl은 괄호 밖에 Cl-가 1개뿐이므로 물에 녹으면 [Co(en)2Cl2]+와 Cl-로 해리되어 이온 수는 2몰이다. 올바르게는 '생성되는 이온의 수는 2몰이다'이다. 이 착이온은 Co의 산화수 +3이고 cis/trans 기하 이성질체는 존재하지만, 해리 이온 수 조건을 만족하지 못한다.

오답 포인트

2번은 산화수와 해리 이온 수만 맞으면 정답처럼 보이지만, MA_5B형은 기하 이성질체가 없다는 점을 놓치기 쉽다. 4번은 en이 들어 있어 이성질체가 떠오르므로 정답처럼 보이지만, 괄호 밖 Cl-가 1개라 해리 이온 수가 2몰이라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 괄호 밖 반대이온 개수로 착이온 전하를 정하고 금속의 산화수를 계산한다. 다음으로 물속에서 괄호 밖 이온까지 모두 세어 해리 이온 수를 판단한다. 마지막으로 착이온의 배위 형태를 MA_6, MA_5B, MA_4BC, $M(en)_2Cl_2$처럼 분류해 기하 이성질체 가능 여부를 확인하면 된다.

암기 포인트

괄호 밖 이온은 해리 수, 괄호 안 배열은 이성질체를 결정한다. MA_4BC와 $M(en)_2Cl_2$는 cis/trans, MA_5B와 MA_6는 기하 이성질체가 없다.

NoteBase

문 19. 탄화수소 C_2H_4 x[g]를 완전 연소시켜 생성된 CO_2의 부피가 1기압, 0°C에서 11.2 L일 때, x의 값[g]은? (단, C_2H_4의 분자량은 28이고, 기체 상수 $R = 0.0821\text{atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$이다.)

① 3.5 g

② 7.0 g

③ 14.0 g

④ 21.0 g

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 연소 반응식의 몰비와 표준상태 기체의 몰부피를 이용해 C_2H_4의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 생성된 CO_2의 부피 11.2 L, 압력 1기압, 온도 $0^\circ C$, C_2H_4의 분자량 28
- 구해야 할 값: 연소한 C_2H_4의 질량 x
- 주의할 조건: $0^\circ C$, 1기압에서는 기체 1몰의 부피가 22.4 L이고, 반응식에서 $C_2H_4 : CO_2 = 1 : 2$이다.

사용할 공식

반응식은 $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$이다.
기체 몰수는 $n = \frac{PV}{RT}$로 구할 수 있고, 이 조건에서는 CO_2 11.2 L가 바로 0.5몰에 해당한다.
이 공식을 쓰는 이유는 부피로 주어진 CO_2를 먼저 몰수로 바꾼 뒤, 반응식의 계수비로 C_2H_4의 몰수를 구해야 질량으로 연결할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. $0^\circ C$, 1기압에서 22.4 L가 1몰이므로 CO_2의 몰수는 $n(CO_2) = \frac{11.2}{22.4} = 0.5$ mol이다.
2. 반응식에서 C_2H_4 1 mol이 CO_2 2 mol을 만들므로 C_2H_4의 몰수는 $n(C_2H_4) = 0.5 \times \frac{1}{2} = 0.25$ mol이다.
3. 질량은 몰수에 분자량을 곱해 $x = 0.25 \times 28 = 7.0$ g이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- 3.5 g은 C_2H_4의 몰수 0.25몰까지는 맞게 구하고도 분자량을 14로 잘못 두면 나오는 값이다. 올바르게는 C_2H_4의 분자량이 28이므로 $0.25 \times 28 = 7.0g$이다.

② O

- CO_2 11.2 L는 0.5몰이고, 반응식의 몰비 $C_2H_4 : CO_2 = 1 : 2$를 적용하면 C_2H_4는 0.25몰이다. 여기에 분자량 28을 곱하면 7.0 g이므로 옳다.

③ X

- 14.0 g은 생성된 CO_2 0.5몰을 그대로 C_2H_4 0.5몰로 놓는 실수에서 나온다. 올바르게는 CO_2가 2몰 생성될 때 C_2H_4는 1몰 반응하므로 C_2H_4는 0.25몰, 질량은 7.0 g이다.

④ X

- 21.0 g은 반응식의 계수 3을 잘못 끌어와 C_2H_4를 0.75몰로 계산할 때 나오는 값이다. 3은 O_2의 계수일 뿐이며, 이 문제에서 써야 할 비는 $C_2H_4 : CO_2 = 1 : 2$이다. 올바른 질량은 7.0 g이다.

오답 포인트

이 문제의 핵심 함정은 반응식의 계수비를 잘못 읽는 데 있다. CO_2의 몰수를 바로 C_2H_4의 몰수로 두면 14.0 g이 되고, O_2의 계수 3을 끌어오면 21.0 g으로 흐른다. 분자량 28을 14로 착각하면 3.5 g이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 계산형은 부피를 먼저 몰수로 바꾸고, 반응식의 몰비를 적용한 뒤, 마지막에 분자량을 곱하는 순서로 판단한다. 몰수 단계와 질량 단계를 분리해 단위를 검산하면 오답을 줄일 수 있다.

암기 포인트

0 ° C, 1기압에서는 22.4 L가 1몰이고, 연소 반응에서 C_2H_4 1몰 → CO_2 2몰이라는 비를 먼저 잡으면 질량 계산이 바로 정리된다.

NoteBase

문 20. 자연계에 존재하는 안정한 탄소 원자는 ^{12}C와 ^{13}C이고, 탄소의 평균 원자량이 12.01일 때, 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① ^{12}C는 ^{13}C의 동소체이다.

② 전자 수는 ^{13}C과 ^{12}C가 같다.

③ 중성자 수는 ^{13}C이 ^{12}C보다 많다.

④ 자연계에서 존재하는 양은 ^{12}C가 ^{13}C보다 많다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 동소체와 동위원소의 구별, 그리고 평균 원자량으로 자연 존재비를 판단하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

동위원소는 원자번호는 같고 질량수가 다른 같은 원소의 원자이다.
동소체는 같은 원소가 결합 방식이나 구조가 달라 성질이 다른 물질이다.
^{12}C와 ^{13}C는 탄소의 동위원소이고, 평균 원자량이 12.01이면 자연계에서는 ^{12}C의 존재비가 더 크다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 동소체이다. ^{12}C와 ^{13}C는 원자번호 6은 같고 중성자 수가 달라지는 동위원소이다. 올바르게는 ^{12}C는 ^{13}C의 동위원소이다.
② O: 중성 탄소 원자는 원자번호가 6이므로 ^{12}C와 ^{13}C의 전자 수는 모두 6으로 같다.
③ O: 중성자 수는 질량수에서 양성자 수를 뺀 값이므로 ^{12}C는 6개, ^{13}C는 7개이다. 따라서 ^{13}C의 중성자 수가 더 많다.
④ O: 평균 원자량이 12.01로 13보다 12에 매우 가깝기 때문에 자연계에는 ^{12}C가 ^{13}C보다 더 많이 존재한다.

오답 포인트

동소체와 동위원소를 같은 말처럼 섞으면 ①에 걸린다. 동소체는 흑연과 다이아몬드처럼 구조가 다른 물질이고, ^{12}C와 ^{13}C처럼 질량수만 다른 원자는 동위원소이다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자번호가 같고 질량수가 다르면 먼저 동위원소인지 판단한다. 이어서 평균 원자량이 어떤 질량수에 더 가까운지 보고 자연 존재비의 대소를 판단한다.

암기 포인트

동위원소는 원자번호가 같고 질량수가 다르며, 동소체는 같은 원소의 구조가 다른 물질이다.

NoteBase