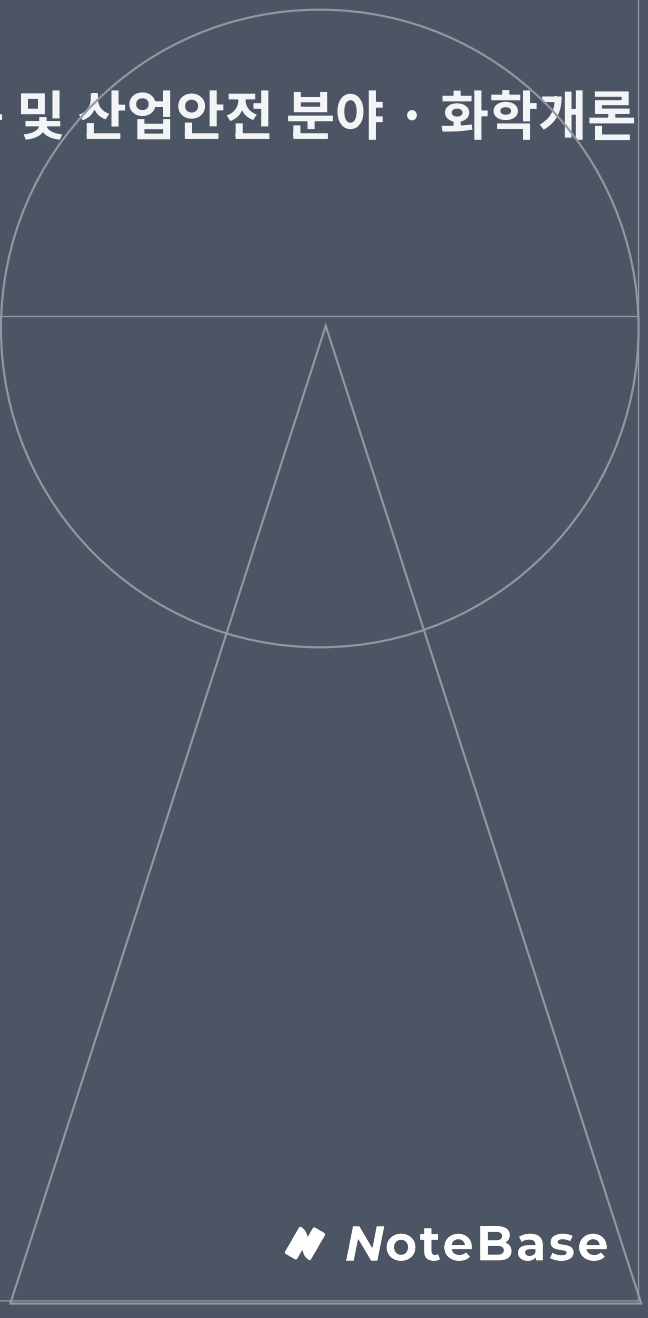
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 화학개론 · 202



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 화학개론 · 2025 · 2차

공무원/국가직/7급 근로감독 및 산업안전 분야 · 화학개론 · 2025 · 2차

문 1. 전이 금속이 아닌 원소는?

① Mn

② Al

③ Fe

④ Cu

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전이 금속과 전이 금속이 아닌 주족 원소를 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전이 금속은 d블록 원소로서 원자 또는 양이온 상태에서 불완전한 d오비탈을 가지는 원소이다.
주족 원소는 s블록이나 p블록에 속하는 대표 원소이며, Al은 13족 p블록 원소이다.
Mn, Fe, Cu는 모두 전이 금속으로 분류되고, Al만 전이 금속이 아니다.

선지별 해설

① X: Mn은 3d 전자를 가지는 대표적인 전이 금속이다. 틀린 표현은 "전이 금속이 아닌"에 Mn을 넣은 점이다. 올바르게는 "Mn은 전이 금속이다."이다.
② O: Al은 13족 p블록의 주족 원소이므로 전이 금속이 아니다.
③ X: Fe는 d블록에 속하는 전이 금속이다. 틀린 표현은 "전이 금속이 아닌"에 Fe를 넣은 점이다. 올바르게는 "Fe는 전이 금속이다."이다.
④ X: Cu는 d블록 원소이며 전이 금속으로 취급한다. 틀린 표현은 "전이 금속이 아닌"에 Cu를 넣은 점이다. 올바르게는 "Cu는 전이 금속이다."이다.

오답 포인트

Al과 Cu가 모두 금속이라는 이유로 같은 부류로 묶으면 틀리기 쉽다. 이 문제의 함정은 "금속인가"가 아니라 "전이 금속인가"를 묻는 데 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 원소가 주기율표에서 d블록인지 먼저 본다. d블록이면 전이 금속 후보이고, p블록 13족인 Al처럼 주족 원소이면 전이 금속이 아니다.

암기 포인트

Al은 p블록 주족 원소, Mn·Fe·Cu는 전이 금속이다.

NoteBase

문 2. 6몰의 H_2O를 H_2와 O_2로 완전히 분해할 때, 생성된 O_2의 몰수[mol]는?

① 1

② 2

③ 3

④ 5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 물의 분해 반응식의 몰비를 이용해 생성되는 산소의 몰수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물 H_2O 6 mol
구해야 할 값: 생성된 산소 O_2의 몰수
주의할 조건: 반응식의 계수비로 몰비를 판단해야 한다.

사용할 공식

반응식은 $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$이다.
이 반응식에서 $H_2O : O_2 = 2 : 1$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 화학 반응에서 생성물과 반응물의 몰수 관계가 반응식의 계수비로 정해지기 때문이다.

계산 과정

1. 물의 분해 반응식은 $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$이다.
2. 물 2 mol이 분해되면 산소 1 mol이 생성된다.
3. 따라서 물 6 mol이 분해되면 산소는 $6 \times \frac{1}{2} = 3$ mol 생성된다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 3 mol이므로 1 mol은 틀리다. 올바르게는 물 6 mol이 완전 분해되면 산소는 3 mol 생성된다. 1 mol은 물 2 mol과 산소 1 mol의 비를 전체 6 mol에 적용하지 않은 값이다.
② X: 계산 결과는 3 mol이므로 2 mol은 틀리다. 올바르게는 산소 3 mol이다. 2 mol은 몰비를 잘못 적용하거나 물의 양을 절반만 반영한 경우의 오답이다.
③ O: 계산 결과가 3 mol이므로 옳다. 반응식의 계수비 2 : 1을 그대로 적용한 값이다.
④ X: 계산 결과는 3 mol이므로 5 mol은 틀리다. 올바르게는 산소 3 mol이다. 5 mol은 반응식 계수비를 무시하고 생성물의 양을 과대하게 잡은 오답이다.

NoteBase

오답 포인트

물과 산소의 몰비를 질량비처럼 보거나, 반응식 계수 $2H_2O : O_2 = 2 : 1$을 무시하면 오답이 된다. 이 문항은 단순 계산보다 계수비 판단을 정확히 하는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 화학량론 문제는 먼저 반응식을 맞춘 뒤 반응물과 생성물의 계수비를 확인하고, 그 몰비를 주어진 몰수에 적용해 판단한다.

암기 포인트

물의 분해는 $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$, 따라서 H_2O 2 mol당 O_2 1 mol이다.

NoteBase

문 3. 양성자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 밀리컨(Millikan)의 기름 방울 실험으로 발견했다.

② 양성자의 수를 통해 원자 번호를 알 수 있다.

③ 중성 원자에서 전자의 수와 양성자의 수는 같다.

④ 중성 원자의 질량수는 양성자의 수와 중성자의 수의 합이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 양성자의 의미와 원자번호, 중성 원자의 전자 수, 질량수의 정의를 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

양성자는 원자핵 안에 있는 양전하 입자이며 원자번호를 결정하는 기준이다.
원자번호는 양성자 수와 같고, 중성 원자에서는 전자 수가 양성자 수와 같다.
질량수는 원자핵 안의 양성자 수와 중성자 수의 합이다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "밀리컨의 기름 방울 실험으로 발견했다"는 표현이다. 밀리컨의 기름 방울 실험은 전자의 전하량을 측정한 실험으로 이해하는 것이 맞고, 양성자 발견 실험으로 보는 것은 틀리다. 올바르게는 양성자는 원자핵 연구 과정에서 확인된 입자이다.
② O: 원자번호는 원자핵 속 양성자 수와 같으므로 양성자의 수를 알면 원자번호를 알 수 있다.
③ O: 중성 원자는 전체 전하가 0이므로 음전하를 띠는 전자 수와 양전하를 띠는 양성자 수가 같다.
④ O: 질량수는 원자핵을 이루는 입자 수의 합으로, 양성자 수와 중성자 수를 더한 값이다.

오답 포인트

기본 입자 관련 대표 실험을 섞어 묻는 함정이다. 밀리컨은 전자의 전하량 측정과 연결되고, 양성자는 원자번호와 원자핵 개념과 연결된다는 점을 구분하지 못하면 ①을 맞는 설명으로 오해하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

입자 문제는 먼저 각 입자와 연결되는 핵심 키워드를 붙여 판단한다. 양성자는 원자번호, 전자는 전하와 전자 수, 중성자는 질량수 보완 요소로 연결하면 선지 진위를 빠르게 가를 수 있다.

암기 포인트

양성자=원자번호, 중성 원자=전자 수와 양성자 수 같음, 질량수=양성자 수+중성자 수이다.

NoteBase

문 4. 표준 수소 전극(standard hydrogen electrode)의 pH는?

① 0

② 1

③ 2

④ 3

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 표준 수소 전극의 표준 조건에서 수소 이온 농도와 pH의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

표준 수소 전극은 $25\,^{\circ}C$, 수소 기체 압력 1기압, 수소 이온의 활동도 1을 기준으로 하는 기준 전극이다.
수용액 문제에서는 보통 $[H^+] = 1M$로 이해하며, pH는 $-\log[H^+]$이므로 pH는 0이다.
pH 1은 $[H^+] = 10^{-1}M$, pH 2는 $[H^+] = 10^{-2}M$, pH 3은 $[H^+] = 10^{-3}M$일 때이다.

선지별 해설

① O: 표준 수소 전극은 표준 조건에서 $[H^+] = 1M$로 두므로 pH는 $-\log 1 = 0$이다.
② X: 틀린 부분은 pH를 1로 본 점이다. 올바르게는 pH 1은 $[H^+] = 10^{-1}M$일 때이고, 표준 수소 전극의 pH는 0이다.
③ X: 틀린 부분은 pH를 2로 본 점이다. 올바르게는 pH 2는 $[H^+] = 10^{-2}M$일 때이고, 표준 수소 전극의 pH와 다르다.
④ X: 틀린 부분은 pH를 3으로 본 점이다. 올바르게는 pH 3은 $[H^+] = 10^{-3}M$일 때이고, 표준 수소 전극의 조건이 아니다.

오답 포인트

표준 수소 전극을 막연히 중성에 가깝다고 착각하거나, pH와 수소 이온 농도의 로그 관계를 바로 연결하지 못하면 ②~④로 흔들리기 쉽다. 이 문항의 함정은 표준 조건의 $[H^+] = 1M$를 떠올리지 못하게 하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

표준 수소 전극이 나오면 먼저 $[H^+] = 1M$를 떠올리고, 곧바로 $\mathrm{pH} = -\log[H^+]$를 적용한다. 농도가 1이면 로그값이 0이므로 pH도 0으로 판단한다.

암기 포인트

표준 수소 전극은 $[H^+] = 1M$, pH 0인 기준 전극이다.

NoteBase

문 5. 다음 중 분자 하나를 구성하는 탄소 원자의 수가 가장 적은 것은?

① 데케인(decane)

② 헵테인(heptane)

③ 옥테인(octane)

④ 펜테인(pentane)

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 알케인 명명법의 어근이 뜻하는 탄소 원자 수를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

알케인 이름의 어근은 탄소 수를 바로 나타낸다. pentane은 탄소 5개, heptane은 7개, octane은 8개, decane은 10개인 포화탄화수소이다.

선지별 해설

① X: 데케인(decane)은 탄소 원자 10개를 가진 알케인이다. 틀린 부분은 가장 적다고 볼 수 없다는 점이다. 올바르게는 네 선택지 중 탄소 수가 가장 많은 물질이다.
② X: 헵테인(heptane)은 탄소 원자 7개를 가진 알케인이다. 틀린 부분은 가장 적은 후보로 볼 수 없다는 점이다. 올바르게는 펜테인보다 탄소 수가 2개 더 많다.
③ X: 옥테인(octane)은 탄소 원자 8개를 가진 알케인이다. 틀린 부분은 가장 적은 물질이라는 판단이다. 올바르게는 헵테인보다도 탄소 수가 1개 더 많다.
④ O: 펜테인(pentane)은 탄소 원자 5개를 가진 알케인이다. 제시된 네 물질 가운데 탄소 수가 가장 적으므로 옳다.

오답 포인트

알케인 이름을 한글 발음이나 영어 철자 길이로 외우면 heptane, octane, decane의 순서를 혼동하기 쉽다. 이 문항은 어근이 뜻하는 숫자를 정확히 기억하는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

알케인 비교 문제는 이름을 보자마자 어근을 숫자로 바꾸어 판단하면 된다. pent는 5, hept는 7, oct는 8, dec는 10으로 대응시켜 가장 작은 수를 고르면 된다.

암기 포인트

pent 5, hept 7, oct 8, dec 10이다.

NoteBase

문 6. 등온 비가역 화학반응 $A \rightarrow B$에서 반응속도는 $k[A]^n$이다. 이 반응의 반감기에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, A와 B는 임의의 화합물이고, k는 반응속도상수, $[A]$는 A의 농도이다)

ㄱ. $n = 0$일 때, 반응의 반감기는 A의 초기농도에 비례한다.
ㄴ. $n = 1$일 때, 반응의 반감기는 A의 초기농도와 무관하다.
ㄷ. $n = 2$일 때, 반응의 반감기는 A의 초기농도와 무관하다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 등온 비가역 반응의 차수별 적분 속도식에서 반감기 $t_{1/2}$가 초기농도 $[A]_0$에 어떻게 의존하는지를 판별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 반응속도는 $k[A]^n$이다.
구해야 할 내용: $n = 0, 1, 2$일 때 반감기와 초기농도의 관계이다.
주의할 조건: 반감기는 항상 $[A] = [A]_0/2$를 대입해 판단한다.

사용할 공식

0차 반응: $[A] = [A]_0 - kt$
1차 반응: $\ln[A] = \ln[A]_0 - kt$
2차 반응: $\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$

이 공식을 쓰는 이유: 차수에 따라 적분 속도식이 다르고, 반감기는 각 식에 $[A] = [A]_0/2$를 넣어야 초기농도 의존성을 정확히 판별할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. $n=0$이면 $[A]=[A]_0-kt$에 $[A]=[A]_0/2$를 대입하므로 $t_{1/2}=[A]_0/(2k)$이다. 따라서 반감기는 초기농도에 비례한다.
2. $n=1$이면 $\ln([A]_0/2)=\ln[A]_0-kt$이므로 $t_{1/2}=\ln 2/k$이다. 따라서 반감기는 초기농도와 무관하다.
3. $n=2$이면 $2/[A]_0=1/[A]_0+kt$이므로 $t_{1/2}=1/(k[A]_0)$이다. 따라서 반감기는 초기농도에 반비례하므로 무관하지 않다.

선지별 해설

① X
- ㄱ만 고른 선택지이다. ㄱ은 맞지만 ㄴ도 맞으므로 정답이 될 수 없다.
- 틀린 표현은 'ㄱ만 정답이라는 판단'이다. 올바르게는 'ㄱ과 ㄴ이 모두 옳다'이다.

② X
- ㄷ만 고른 선택지이다. $n=2$일 때 반감기는 $t_{1/2}=1/(k[A]_0)$이므로 초기농도와 무관하지 않다.
- 틀린 표현은 '초기농도와 무관하다'이다. 올바르게는 '초기농도에 반비례한다'이다.

③ O
- ㄱ, ㄴ을 함께 고른 선택지이다. 0차 반응의 반감기는 $[A]_0/(2k)$로 초기농도에 비례하고, 1차 반응의 반감기는 $\ln 2/k$로 초기농도와 무관하다.
- 따라서 옳은 것만 모두 고르면 ㄱ, ㄴ이다.

④ X
- ㄴ은 맞지만 ㄷ이 틀려서 전체 선택지는 틀리다. 2차 반응의 반감기는 초기농도와 무관한 것이 아니라 초기농도가 클수록 짧아진다.
- 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ이 모두 옳다'이다. 올바르게는 'ㄴ만 옳고 ㄷ은 틀리다'이다.

오답 포인트

1차와 2차 반응의 반감기를 함께 외우다가 둘 다 초기농도와 무관하다고 섞어 쓰기 쉽다. 특히 2차 반응에서 $t_{1/2}=1/(k[A]_0)$의 $[A]_0$를 놓치면 ㄷ을 옳다고 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

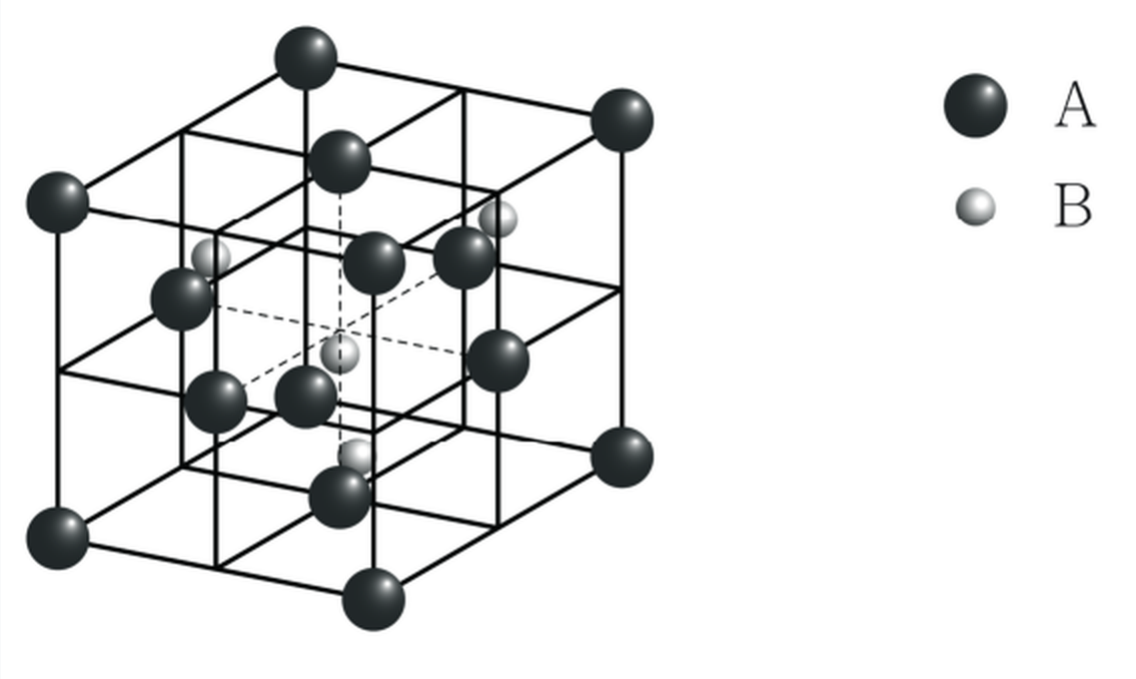
반감기 문제는 차수별 적분 속도식을 먼저 떠올린 뒤 $[A]=[A]_0/2$를 대입해 $t_{1/2}$에 $[A]_0$가 남는지, 상수만 남는지를 확인하면 된다.

암기 포인트

0차는 초기농도에 비례, 1차는 무관, 2차는 초기농도에 반비례이다.

NoteBase

문 7. 그림은 임의의 두 원소 A와 B로 구성된 결정성 고체 화합물의 단위세포(unit cell)이다. 이 고체 화합물의 화학식은? (단, 그림에서 모든 B 원자는 단위세포 내부에 위치한다)



① AB

② A_2B

③ A_5B_4

④ A_7B_2

정답 1번

출제 포인트

단위세포에서 꼭짓점, 면 중심, 내부 원자의 기여도를 합산하여 화학식을 구하는 문제이다.

선지별 해설

① O: A는 단위세포당 4개, B도 단위세포당 4개이므로 조성비는 4:4이고 가장 간단한 화학식은 AB이다.

② X: "A_2B"가 되려면 A:B가 2:1이어야 한다. 이 구조는 A 4개, B 4개이므로 올바르게는 AB이다.

③ X: "A_5B_4"의 잘못된 부분은 A의 개수를 5개로 본 점이다. 꼭짓점과 면 중심의 분할 기여를 반영하면 A는 4개이므로 올바르게는 AB이다.

④ X: "A_7B_2"의 잘못된 부분은 내부 B 원자를 2개로 본 점이다. 문제에서 모든 B는 단위세포 내부에 있으므로 4개가 전부 기여하며, 올바르게는 AB이다.

NoteBase

오답 포인트

보이는 구의 개수를 그대로 세거나 꼭짓점과 면 중심의 분할 기여를 빼먹으면 오답이 된다. 특히 내부 원자는 전부 1개로 세고, 꼭짓점과 면 중심은 각각 1/8, 1/2로 환산해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

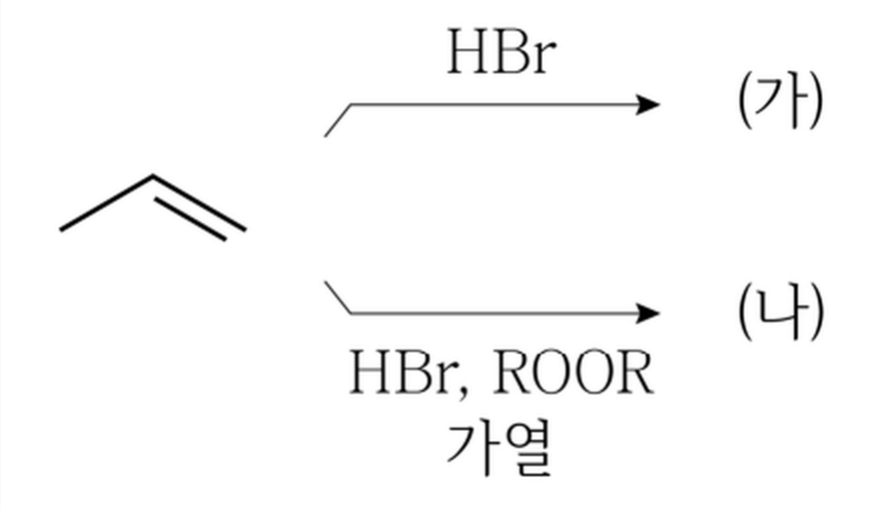
단위세포 문제는 원자의 위치를 먼저 구분한 뒤 꼭짓점은 1/8, 모서리는 1/4, 면 중심은 1/2, 내부는 1로 계산한다. 그다음 원자 수의 비를 가장 간단한 정수비로 약분하면 화학식이 정리된다.

암기 포인트

단위세포 화학식은 위치별 기여도 합산 후 마지막에 정수비로 약분한 값이다.

NoteBase

문 8. 다음 반응의 주생성물을 바르게 연결한 것은? (단, R은 알킬기이다)



① (가) Br (나) OR

② (가) Br (나) Br

③ (가) Br (나) Br

④ (가) Br (나) OR

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 프로펜에 대한 HBr의 일반 첨가와 과산화물 존재하의 라디칼 첨가를 구분하여 Markovnikov 첨가와 anti-Markovnikov 첨가를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
(가)가 틀렸다. HBr만 반응하면 Br는 더 치환된 탄소에 붙어 2-브로모프로판이 주생성물이 된다. 말단 탄소에 Br가 붙은 1-브로모프로판으로 연결한 부분이 잘못되었고, 올바르게는 중앙 탄소에 Br가 붙은 구조이다.
(나)도 틀렸다. ROOR는 반응 개시제로 작용할 뿐 생성물에 OR기가 붙지 않는다. 올바르게는 말단 탄소에 Br가 붙은 1-브로모프로판이다.
② X
(가)는 ①과 같은 이유로 틀렸다. 올바르게는 2-브로모프로판이다.
(나)도 틀렸다. HBr, ROOR, 가열 조건에서는 anti-Markovnikov 첨가가 일어나므로 2-브로모프로판이 아니라 1-브로모프로판이 생성된다. 잘못된 표현은 '(나)에 중앙 탄소에 Br가 붙는 구조'이고, 올바르게는 '(나)에 말단 탄소에 Br가 붙는 구조'이다.
③ O
(가)는 HBr의 일반 첨가로 생기는 2-브로모프로판이므로 맞다. H는 말단 탄소에, Br는 더 치환된 중앙 탄소에 붙는다.
(나)는 과산화물 효과에 의해 생기는 1-브로모프로판이므로 맞다. Br 라디칼이 먼저 말단 이중결합에 첨가되어 더 안정한 2차 라디칼을 거치는 방향이 유리하다.
④ X
(가)는 맞지만 (나)가 틀렸다. ROOR가 있다고 해서 생성물에 OR기가 들어가는 것이 아니다. 잘못된 표현은 '(나)에 중앙 탄소에 OR가 붙는 구조'이고, 올바르게는 '(나)에 말단 탄소에 Br가 붙는 1-브로모프로판'이다.

오답 포인트

ROOR를 시약이 아니라 생성물의 치환기로 오해하면 ①, ④처럼 OR가 들어간 구조를 고르게 된다. 또 HBr만 있는 경우와 HBr, ROOR, 가열 조건을 같은 첨가 방향으로 처리하면 ②처럼 두 경우 모두 2-브로모프로판으로 착각하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

말단 알켄에 HX가 첨가되면 먼저 과산화물 유무를 본다. HBr만 있으면 Markovnikov 첨가로 Br가 더 치환된 탄소에 붙고, HBr에 ROOR가 있으면 anti-Markovnikov 첨가로 Br가 덜 치환된 탄소에 붙는다고 판단한다.

암기 포인트

프로펜 + HBr은 2-브로모프로판, 프로펜 + HBr/ROOR는 1-브로모프로판이다.

NoteBase

문 9. 철의 부식 현상에 대한 반응식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, a, b, c는 화학 반응식의 양론 계수이다)

(가) $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$
(나) $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$
(다) $4Fe^{2+}(aq) + aO_2(g) + bH^+(aq) \rightarrow 4Fe^{3+}(aq) + cH_2O(l)$

① (가)의 반응은 환원 전극에서 일어난다.
② (나)의 반응에서 반응물의 산소의 산화수는 생성물의 산소의 산화수보다 작다.
③ (다)의 반응에서 Fe^{2+}는 산화제로 작용한다.
④ (다)의 반응에서 양론 계수 a, b, c의 합은 7이다.

정답 4번

출제 포인트

산화와 환원, 산화제와 환원제의 구분, 그리고 반쪽 반응식의 전자수와 계수 평형을 함께 묻는 문제이다.

핵심 개념

산화는 전자를 잃어 산화수가 증가하는 과정이고, 환원은 전자를 얻어 산화수가 감소하는 과정이다. 산화가 일어나는 물질은 환원제이고, 환원이 일어나는 물질은 산화제이다. 반쪽 반응식을 합칠 때는 전자 수를 먼저 같게 맞춘 뒤 원자 수와 전하를 맞춘다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '환원 전극'이다. (가)의 $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$는 철이 전자를 내놓는 산화 반응이므로 환원 전극이 아니라 산화 전극에서 일어난다.

② X
틀린 표현은 '반응물의 산소의 산화수는 생성물의 산소의 산화수보다 작다'이다. (나)에서 산소의 산화수는 O_2에서 0, H_2O에서 -2이므로 반응물의 산화수가 생성물보다 크다.

③ X
틀린 표현은 'Fe^{2+}는 산화제로 작용한다'이다. (다)에서 Fe^{2+}는 Fe^{3+}로 변하면서 전자를 잃어 산화되므로 산화제가 아니라 환원제이다.

④ O
(다)에서 철은 $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$이므로 4개의 Fe^{2+}는 전자 4개를 내놓는다. 이를 (나)와 맞추면 $a = 1$, $b = 4$, $c = 2$가 되어 전체 반응은
$4Fe^{2+} + O_2 + 4H^+ \rightarrow 4Fe^{3+} + 2H_2O$
이다. 따라서 $a + b + c = 1 + 4 + 2 = 7$이므로 옳다.

오답 포인트

산화와 환원을 전극 이름과 뒤섞거나, 산화수의 크기 변화를 부호까지 포함해 비교하지 않으면 ①과 ②에서 흔들리기 쉽다. 또한 '산화된 물질은 산화제'라고 거꾸로 외우면 ③을 잘못 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

반쪽 반응식 문제는 먼저 전자의 출입으로 산화와 환원을 판단하고, 다음으로 산화수 변화로 산화제와 환원제를 구분한 뒤, 마지막에 전자 수를 맞춰 전체 반응의 계수를 계산하면 된다.

암기 포인트

전자 잃으면 산화, 전자 얻으면 환원이다. 산화되는 쪽은 환원제이고, 전자 수를 맞춘 뒤 반쪽 반응식을 더하면 전체 계수가 나온다.

NoteBase

문 10. 루이스(Lewis) 산-염기 반응이 아닌 것은?

① $C_2H_5OC_2H_5 + AlCl_3 \rightarrow (C_2H_5)_2OAlCl_3$

② $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$

③ $SnCl_4 + 2Cl^- \rightarrow SnCl_6^{2-}$

④ $H^+ + NH_3 \rightarrow NH_4^+$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 루이스 산과 루이스 염기의 정의를 반응식에 적용하여 전자쌍의 주고받음이 있는지를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

루이스 산은 전자쌍을 받는 종이고, 루이스 염기는 전자쌍을 주는 종이다.
루이스 산-염기 반응의 핵심은 전자쌍 공여와 수용으로 배위 결합이 형성되거나 그에 준하는 전자쌍 이동이 나타나는지이다.
수소화 반응처럼 단순 첨가·산화환원으로 진행되는 반응은 전형적인 루이스 산-염기 반응으로 보지 않는다.

선지 ①

O이다. 에테르의 산소 원자가 비공유 전자쌍을 제공하고, 전자 부족한 $AlCl_3$가 이를 받아 착물을 만든다. 따라서 $C_2H_5OC_2H_5$는 루이스 염기, $AlCl_3$는 루이스 산으로 작용하는 루이스 산-염기 반응이다.

선지 ②

X이다. $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$는 이중결합에 수소가 첨가되는 수소화 반응이다. 틀린 부분은 이 반응을 루이스 산-염기 반응으로 보는 점이다. 올바르게는 전자쌍 공여체와 수용체가 배위 결합을 이루는 반응이 아니라, π 결합이 끊어지고 새로운 C – H 결합이 형성되는 첨가 반응이다.

선지 ③

O이다. $SnCl_4$는 전자쌍을 받을 수 있는 루이스 산이고, Cl^-는 비공유 전자쌍을 주는 루이스 염기이다. 염화 이온 두 개가 전자쌍을 제공하여 $SnCl_6^{2-}$를 만들므로 루이스 산-염기 반응이다.

선지 ④

O이다. NH_3의 질소가 가진 비공유 전자쌍을 H^+에 주어 NH_4^+를 만든다. H^+는 전자쌍을 받는 루이스 산, NH_3는 전자쌍을 주는 루이스 염기이므로 대표적인 루이스 산-염기 반응이다.

NoteBase

오답 포인트

브뢴스테드 산-염기 반응과 루이스 산-염기 반응을 넓게만 외우면 ②도 산이 관여하는 반응처럼 보여 흔들릴 수 있다. 이 문항은 반응 종류를 이름으로 보지 않고, 전자쌍을 누가 주고 누가 받는지로 따져야 한다는 점을 노린 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식에서 한 종이 비공유 전자쌍을 내어 주고 다른 종이 그것을 받아 배위 결합성 결합을 만드는지 먼저 본다. 이 기준이 보이면 루이스 산-염기 반응이고, 단순 첨가·수소화·산화환원처럼 결합 재배열이 중심이면 루이스 산-염기 반응이 아니다.

암기 포인트

루이스 산은 전자쌍 수용체, 루이스 염기는 전자쌍 공여체이다.

NoteBase

문 11. 다음 중 풀링(Pauling)의 전기 음성도가 가장 낮은 원소는?

① Mg

② K

③ Sr

④ Cs

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 주기율표에서 아래로 갈수록, 그리고 같은 주기에서 왼쪽으로 갈수록 전기 음성도가 작아진다는 경향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

폴링의 전기 음성도는 공유 전자쌍을 끌어당기는 상대적 세기이다.
알칼리 금속은 같은 족에서 아래로 갈수록 원자 반지름이 커지고 핵의 유효 인력이 약해져 전기 음성도가 작아진다.
알칼리 토금속도 같은 족에서 아래로 갈수록 전기 음성도가 작아지지만, 같은 주기에서는 1족이 2족보다 더 작다.
따라서 보기 중에서는 1족이면서 가장 아래쪽에 있는 Cs가 가장 작다.

NoteBase

선지별 해설

① X
Mg의 폴링 전기 음성도는 약 1.31로 보기 중 가장 낮지 않다.
틀린 부분은 가장 낮은 원소를 Mg로 고른 점이다.
올바르게는 Mg가 아니라 Cs가 가장 낮다.

② X
K의 폴링 전기 음성도는 약 0.82로 매우 작지만 Cs보다 크다.
틀린 부분은 K를 최저 전기 음성도 원소로 본 점이다.
올바르게는 K보다 같은 1족의 아래쪽 원소인 Cs가 더 작다.

③ X
Sr의 폴링 전기 음성도는 약 0.95로 K와 Cs보다 크다.
틀린 부분은 Sr를 가장 낮은 원소로 본 점이다.
올바르게는 2족의 Sr보다 1족 아래쪽의 Cs가 더 낮다.

④ O
Cs의 폴링 전기 음성도는 약 0.79로 보기 중 가장 작다.
같은 족에서 아래로 갈수록 전기 음성도가 감소하고, 같은 주기에서는 왼쪽 원소가 더 작다는 경향에 맞는다.

오답 포인트

K와 Cs가 모두 1족이라 K를 고르기 쉽지만, 같은 족에서는 아래로 갈수록 전기 음성도가 더 작아진다. 또 Sr가 금속성이 크다는 이유만으로 최저값이라고 보면 1족과 2족의 차이를 놓치게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기 음성도 최솟값 문제는 주기율표에서 가장 왼쪽, 가장 아래쪽에 가까운 원소를 먼저 찾으면 된다. 보기 안에 1족과 2족이 함께 있으면 보통 1족이 더 작고, 같은 족 안에서는 더 아래 원소가 더 작다.

암기 포인트

전기 음성도는 오른쪽 위로 갈수록 커지고 왼쪽 아래로 갈수록 작아지므로 Cs가 최저값 쪽에 놓인다.

NoteBase

문 12. 2몰의 N_2와 7몰의 H_2를 반응시켜 NH_3를 합성하였다. 반응 후 수득 백분율이 75%일 때, 남아 있는 H_2와 N_2의 질량비는? (단, H와 N의 원자량은 각각 1과 14이고, NH_3 생성 반응 이외의 반응은 없다)

① 3 : 1

② 5 : 1

③ 3 : 14

④ 5 : 14

정답 4번

출제 포인트

수득 백분율을 실제 생성량으로 바꾼 뒤 반응식 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$의 계수를 이용해 남은 반응물의 몰수와 질량비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: N_2 2몰, H_2 7몰
수득 백분율: 75%
반응식: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
구해야 할 값: 반응 후 남은 H_2와 N_2의 질량비
주의할 조건: 처음 몰비는 $H_2/N_2 = 7/2 = 3.5$이므로 N_2가 제한 반응물이다.

사용할 공식

수득 백분율은 실제 수득량 / 이론 수득량 × 100이다.
반응 몰비는 $N_2 : H_2 : NH_3 = 1 : 3 : 2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 제한 반응물인 N_2를 기준으로 이론 생성량을 구한 뒤, 실제 생성된 NH_3의 양에서 역으로 소모된 N_2와 H_2를 계산해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. N_2 2몰이 모두 반응하면 NH_3의 이론 생성량은 4몰이다.
2. 실제 NH_3 생성량은 $4 \times 0.75 = 3$몰이다.
3. NH_3 3몰 생성에 필요한 N_2는 $3/2 = 1.5$몰이고, 필요한 H_2는 $1.5 \times 3 = 4.5$몰이다.
4. 남은 N_2는 $2 - 1.5 = 0.5$몰이고, 남은 H_2는 $7 - 4.5 = 2.5$몰이다.
5. 질량으로 바꾸면 남은 H_2는 $2.5 \times 2 = 5$, 남은 N_2는 $0.5 \times 28 = 14$이다.
6. 따라서 남은 H_2와 N_2의 질량비는 5 : 14이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
3:1은 남은 H_2가 N_2보다 훨씬 크게 남는다고 본 값인데, 실제 계산 결과는 $H_2 = 5$, $N_2 = 14$이다.
틀린 표현은 "3:1"이며, 올바르게는 "5:14"이다.

② X
5:1은 남은 H_2 질량 5만 보고 남은 N_2 질량 14를 반영하지 못한 값이다.
틀린 표현은 "5:1"이며, 올바르게는 "5:14"이다.

③ X
3:14는 남은 H_2를 2.5몰이 아니라 1.5몰로 잘못 잡을 때 나오는 값이다. 실제로는 NH_3 3몰 생성에 H_2 4.5몰이 반응하므로 H_2는 2.5몰이 남는다.
틀린 표현은 "3:14"이며, 올바르게는 "5:14"이다.

④ O
제한 반응물은 N_2이고, 이론 생성량 4몰에 수득 백분율 75%를 적용하면 실제 NH_3는 3몰 생성된다. 이에 따라 남는 질량은 $H_2 = 5$, $N_2 = 14$이므로 질량비는 5 : 14이다.

오답 포인트

제한 반응물을 H_2로 잘못 잡으면 이론 생성량부터 어긋난다.
몰수비를 구한 뒤 질량비로 바꾸지 않으면 2.5 : 0.5를 단순 정리한 값이나 5 : 1 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 제한 반응물을 정해 이론 생성량을 구하고, 여기에 수득 백분율을 적용해 실제 생성량을 계산한다. 그다음 반응 계수로 소모량과 남은 몰수를 구한 뒤, 마지막에 분자량을 곱해 질량비로 바꾼다.

암기 포인트

수득 백분율 계산형은 "제한 반응물 확인 → 실제 생성량 계산 → 남은 몰수 계산 → 질량 변환"의 순서로 정리된다.

NoteBase

문 13. 전자의 분광학적 전이에 대한 선택 규칙(selection rule)에 근거할 때, 수소꼴 원자(hydrogenic atom)에서 금지된 전자 전이는?

① 2p → 1 s

② 3p → 1 s

③ 3d → 2 s

④ 3d → 2p

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 수소꼴 원자의 전기 쌍극자 전이 선택 규칙에서 주양자수보다 각운동량 양자수 l의 변화량 $\Delta l = \pm 1$이 핵심임을 묻는다.

핵심 개념

수소꼴 원자의 허용 전이는 전기 쌍극자 선택 규칙을 따르면 된다. 이때 가장 핵심인 규칙은 각운동량 양자수 변화가 $\Delta l = \pm 1$이어야 한다는 점이다. 따라서 $s \leftrightarrow p$, $p \leftrightarrow d$ 전이는 가능하지만 $s \leftrightarrow d$ 전이는 금지된다.

선지별 해설

① O. 2p→1 s는 $l = 1 \rightarrow 0$이므로 $\Delta l = -1$이다. 선택 규칙을 만족하므로 허용 전이이다.
② O. 3p→1 s는 주양자수가 크게 바뀌어도 $l = 1 \rightarrow 0$으로 $\Delta l = -1$이다. 주양자수 변화량이 아니라 l 변화가 기준이므로 허용 전이이다.
③ X. 3d→2 s는 $l = 2 \rightarrow 0$으로 $\Delta l = -2$이다. 틀린 표현은 d에서 s로 직접 전이할 수 있다는 전제이다. 올바르게는 d 상태는 p 상태로만 전기 쌍극자 전이를 할 수 있으므로 3d→2p 같은 전이가 허용된다.
④ O. 3d→2p는 $l = 2 \rightarrow 1$이므로 $\Delta l = -1$이다. 선택 규칙을 만족하므로 허용 전이이다.

오답 포인트

②처럼 주양자수 변화가 크면 금지라고 오해하면 틀린다. 이 문항의 함정은 n의 변화가 아니라 궤도각운동량 양자수 l의 변화만으로 허용 여부를 판정해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 오비탈 문자를 먼저 l 값으로 바꾼다. $s = 0$, $p = 1$, $d = 2$로 놓고 Δl이 ± 1인지 바로 확인하면 된다. $s \leftrightarrow d$처럼 두 단계 차이는 금지 전이이다.

암기 포인트

허용 전이는 $\Delta l = \pm 1$이고, $s \leftrightarrow d$ 직접 전이는 금지이다.

NoteBase

문 14. 루이스(Lewis) 구조와 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 이론에 근거할 때, 다음 설명 중 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 모든 화학종은 바닥 상태에 있다)

ㄱ. HCN과 I_3^-의 결합각은 동일하다.
ㄴ. SF_4와 XeF_4의 기하학적 구조는 다르다.
ㄷ. ClF_3와 XeF_4의 중심 원자에 존재하는 비공유 전자쌍의 개수는 다르다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 루이스 구조에서 중심 원자의 비공유 전자쌍 수와 VSEPR에 따른 분자 기하를 연결해 판단하는 문제이다.

핵심 개념

HCN은 중심 C가 두 전자영역을 가져 선형이고 결합각은 180도이다. I3-는 중심 I가 AX2E3형으로 전자영역 배열은 삼각쌍뿔형이지만 분자 기하는 선형이어서 결합각은 180도이다. SF4는 AX4E형으로 시소형이고 XeF4는 AX4E2형으로 정사각평면형이다. ClF3는 AX3E2형, XeF4는 AX4E2형이므로 중심 원자의 비공유 전자쌍 수는 둘 다 2쌍이다.

선지별 해설

① X: ㄱ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 'ㄱ만' 고른 이 선택지는 틀리다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이 맞다.
② X: ㄷ은 틀리다. 틀린 부분은 '비공유 전자쌍의 개수는 다르다'는 표현이며, 올바르게는 ClF3와 XeF4의 중심 원자 비공유 전자쌍은 모두 2쌍이다.
③ O: ㄱ은 HCN과 I3-가 모두 선형이어서 결합각이 180도로 같고, ㄴ은 SF4가 시소형, XeF4가 정사각평면형이어서 기하학적 구조가 다르므로 옳다.
④ X: ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀리므로 이 선택지는 틀리다. 올바르게는 'ㄴ'만으로는 정답 조합이 되지 않으며, ㄷ 대신 ㄱ이 들어가야 한다.

NoteBase

오답 포인트

I3-의 전자영역 배열이 삼각쌍뿔형이라는 점만 보고 결합각까지 HCN과 다르다고 착각하기 쉽다. VSEPR에서는 전자영역 배열과 분자 기하를 구분해야 하며, ClF3와 XeF4도 분자 모양은 다르지만 중심 원자의 비공유 전자쌍 수는 둘 다 2쌍이라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

중심 원자에 대해 결합 원자 수와 비공유 전자쌍 수를 먼저 세어 AXmEn형으로 바꾼 뒤, 전자영역 배열과 실제 분자 기하를 구분해서 결합각과 비공유 전자쌍 수를 판단하면 된다.

암기 포인트

AX2는 선형 180도, AX4E는 시소형, AX4E2는 정사각평면형, AX3E2는 T자형이며 ClF3와 XeF4의 비공유 전자쌍은 둘 다 2쌍이다.

NoteBase

문 15. 주어진 갈바니 전지(Galvanic cell)와 반쪽 반응을 고려할 때, 다음 농도 구성 중 기전력(electromotive force)이 가장 큰 것은? (단, 온도와 압력은 $25^\circ\mathrm{C}$, 1 atm이고, Ni와 Ag의 고체상은 순수하며, E°는 표준 환원 전위, R은 기체상수, T는 절대온도, F는 패러데이(Faraday) 상수이고, $\frac{RT}{F} = 0.025\mathrm{V}$, $\ln 10 = 2$로 계산한다)

$\mathrm{Ni}(s) \mid \mathrm{Ni}^{2+}(aq) \parallel \mathrm{Ag}^{+}(aq) \mid \mathrm{Ag}(s)$
$\mathrm{Ni}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \mathrm{Ni}(s)\ E^\circ = -0.28\mathrm{V}$
$\mathrm{Ag}^{+}(aq) + e^- \rightarrow \mathrm{Ag}(s)\ E^\circ = 0.80\mathrm{V}$

① Ni^{2+} 농도 [M]: 1, Ag^{+} 농도 [M]: 0.1
② Ni^{2+} 농도 [M]: 0.1, Ag^{+} 농도 [M]: 1
③ Ni^{2+} 농도 [M]: 0.1, Ag^{+} 농도 [M]: 0.01
④ Ni^{2+} 농도 [M]: 0.01, Ag^{+} 농도 [M]: 0.1

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 갈바니 전지의 전체 반응을 정리한 뒤 네른스트 식 $E = E^\circ - \frac{RT}{nF}\ln Q$로 기전력의 크기를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전지는 $Ni(s) \mid Ni^{2+}(aq) \parallel Ag^{+}(aq) \mid Ag(s)$이다.
환원 전위는 $E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0.80V$, $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} = -0.28V$이다.
따라서 음극은 $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$, 양극은 $Ag^{+} + e^- \rightarrow Ag$이고 전체 반응은 $Ni + 2Ag^{+} \rightarrow Ni^{2+} + 2Ag$이다.
전자수는 $n = 2$이고, 순수 고체의 활동도는 1이므로 $Q = \frac{[Ni^{2+}]}{[Ag^{+}]^2}$이다.

사용할 공식

표준 기전력은 $E^\circ_{cell} = 0.80 - (-0.28) = 1.08V$이다.
사용할 식은 $E = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln Q = 1.08 - \frac{0.025}{2}\ln Q$이다.
이 식을 쓰는 이유는 농도가 표준 상태가 아니므로 농도에 따른 기전력 보정을 해야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. ①은 $Q = \frac{1}{(0.1)^2} = 100$, $\ln Q = 4$이므로 $E = 1.08 - 0.0125 \times 4 = 1.03V$이다.
2. ②는 $Q = \frac{0.1}{1^2} = 0.1$, $\ln Q = -2$이므로 $E = 1.08 - 0.0125 \times (-2) = 1.105V$이다.
3. ③은 $Q = \frac{0.1}{(0.01)^2} = 1000$, $\ln Q = 6$이므로 $E = 1.08 - 0.0125 \times 6 = 1.005V$이다.
4. ④는 $Q = \frac{0.01}{(0.1)^2} = 1$, $\ln Q = 0$이므로 $E = 1.08V$이다.

따라서 기전력의 크기는 ② > ④ > ① > ③ 순서이다.

선지별 해설

① X

이 농도 구성에서는 $Q = 100$으로 커서 기전력이 $1.03V$까지 감소한다. 최대 기전력을 주는 조합이 아니다. 틀린 농도 구성 → 올바르게는 $[Ni^{2+}] = 0.1M$, $[Ag^{+}] = 1M$인 ②가 가장 큰 기전력을 준다.

② O

$Q = 0.1$로 네 선지 중 가장 작다. 네른스트 식에서 Q가 작을수록 $-\frac{RT}{nF}\ln Q$ 항이 커지므로 $E = 1.105V$가 되어 가장 큰 기전력을 준다.

③ X

Ag^{+} 농도가 매우 작아 $Q = 1000$이 되고 기전력은 $1.005V$까지 가장 많이 감소한다. 최대 기전력과는 가장 거리가 멀다. 틀린 농도 구성 → 올바르게는 Ag^{+} 농도가 크고 Ni^{2+} 농도가 작은 ②가 최대 기전력을 준다.

④ X

$Q = 1$이라 기전력은 표준 기전력과 같은 $1.08V$이다. ①과 ③보다는 크지만 ②의 $1.105V$보다 작다. 틀린 농도 구성 → 올바르게는 ④가 아니라 ②가 가장 큰 기전력을 준다.

오답 포인트

이 문제는 Ag^{+}가 환원되므로 Q의 분모에 $[Ag^{+}]^2$가 들어간다는 점을 놓치면 오답이 된다. Q를 뒤집거나 Ag^{+}의 계수 2를 빼먹으면 ①이나 ④를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

갈바니 전지 농도 비교 문제는 먼저 전체 반응을 써서 Q의 분자와 분모를 정한 뒤, $E = E^\circ - \frac{RT}{nF}\ln Q$에서 Q가 가장 작은 선지가 최대 기전력을 준다고 판단한다.

암기 포인트

반응지수는 생성물/반응물 형태로 쓰며, 자발적 갈바니 전지에서는 Q가 작을수록 기전력이 커진다.

NoteBase

문 16. 다음 중 1기압에서 끓는점이 가장 높은 화합물은?

① CH_3OCH_3

② CH_3CH_2OH

③ $CH_3CH_2CH_3$

④ $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 1기압에서의 끓는점을 분자 간 인력의 종류와 세기로 비교하는 문제이다.

핵심 개념

끓는점은 액체의 증기압이 외부 압력과 같아지는 온도이므로, 1기압에서는 분자 간 인력이 강할수록 높아진다.
CH3CH2OH는 O-H 결합이 있어 분자 사이 수소 결합을 형성하는 알코올이다. 키워드는 수소 결합이다.
CH3OCH3는 산소를 포함하지만 O-H 결합이 없어 같은 물질끼리 강한 수소 결합을 만들기 어려운 에터이다. 키워드는 쌍극자-쌍극자 상호작용이다.
CH3CH2CH3와 CH3CH2CH2CH2CH2CH3는 비극성 탄화수소이므로 주된 인력은 런던 분산력이다. 같은 계열에서는 분자량이 클수록 끓는점이 올라간다.

선지별 해설

① X: CH3OCH3는 극성 분자이지만 O-H 결합이 없어 분자 사이 수소 결합을 주된 인력으로 만들지 못한다. 끓는점은 약 -25°C로 높지 않다.
틀린 표현은 '가장 높은 화합물'이라는 판단이다. 올바르게는 CH3OCH3는 에탄올보다 끓는점이 낮다.
② O: CH3CH2OH는 O-H 결합을 가져 분자 사이 수소 결합을 형성한다. 1기압에서 끓는점이 약 78°C로 제시된 선택지 중 가장 높다.
③ X: CH3CH2CH3는 작은 비극성 분자로 분산력만 작용한다. 끓는점은 약 -42°C로 매우 낮다.
틀린 표현은 '가장 높은'이라는 판단이다. 올바르게는 프로판은 제시된 물질 중 끓는점이 가장 낮은 편이다.
④ X: CH3CH2CH2CH2CH2CH3는 분자량이 커서 분산력은 크지만 비극성 분자라 수소 결합은 없다. 끓는점은 약 69°C로 높지만 에탄올의 약 78°C보다는 낮다.
틀린 표현은 '가장 높은 화합물'이라는 판단이다. 올바르게는 CH3CH2CH2CH2CH2CH3는 에탄올보다 끓는점이 낮다.

오답 포인트

④처럼 탄소 수가 가장 많으면 끓는점도 무조건 가장 높다고 오해하기 쉽다. 그러나 끓는점 비교에서는 먼저 분자 간 인력의 종류를 보고, 같은 종류의 인력끼리만 분자량과 표면적 효과를 비교해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

끓는점 문제는 먼저 수소 결합 가능 여부를 확인하고, 없으면 극성 여부를 본다. 그다음 같은 인력 범주 안에서만 분자량과 가지 친 정도를 비교하면 답을 빠르게 고를 수 있다.

암기 포인트

끓는점은 수소 결합 > 쌍극자-쌍극자 상호작용 > 분산력 순으로 우선 비교하고, 같은 인력이면 큰 분자가 더 높다.

NoteBase

문 17. 상자기성(paramagnetic)인 분자는?

① F_2

② N_2

③ C_2

④ B_2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이원자분자의 분자궤도함수 배치에서 홀전자 유무를 보고 상자기성과 반자기성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

상자기성은 분자 안에 홀전자가 있어 외부 자기장에 끌리는 성질이다.
반자기성은 모든 전자가 짝지어져 있어 외부 자기장에 약하게 밀리는 성질이다.
이 문제의 결정 기준은 분자궤도에 전자가 채워진 뒤 홀전자가 남는지 여부이다.

선지별 해설

① X
F_2는 전자 수가 많아 결합성·반결합성 분자궤도에 전자가 모두 짝지어져 들어가므로 반자기성이다.
틀린 표현은 "상자기성"이다. 올바르게는 "F_2는 반자기성 분자이다"이다.

② X
N_2는 분자궤도함수에 전자가 모두 짝지어 채워져 홀전자가 없으므로 반자기성이다.
틀린 표현은 "상자기성"이다. 올바르게는 "N_2는 반자기성 분자이다"이다.

③ X
C_2도 $\pi 2p_x$, $\pi 2p_y$ 궤도까지 전자가 짝지어 채워져 홀전자가 없으므로 반자기성이다.
틀린 표현은 "상자기성"이다. 올바르게는 "C_2는 반자기성 분자이다"이다.

④ O
B_2는 $\pi 2p_x$, $\pi 2p_y$에 전자가 하나씩 들어가 홀전자 2개가 남으므로 상자기성이다. 따라서 보기 중 상자기성인 분자는 B_2뿐이다.

NoteBase

오답 포인트

O_2가 상자기성이라는 사실만 외우고 다른 이원자분자에도 그대로 적용하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 분자식만 보고 감으로 찍지 않고 실제로 홀전자 유무를 따질 수 있는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

이원자분자의 자기성은 분자궤도함수에 전자를 채운 뒤 마지막에 홀전자가 남는지부터 본다. 홀전자가 있으면 상자기성, 모두 짝지어지면 반자기성으로 판단된다.

암기 포인트

B_2와 O_2는 홀전자 때문에 상자기성이고, C_2·N_2·F_2는 전자가 모두 짝지어져 반자기성이다.

NoteBase

문 18. 광전효과(photoelectric effect)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 문턱값보다 긴 파장(wavelength)의 빛은 금속으로부터 전자를 방출시킨다.
ㄴ. 빛의 세기(intensity)가 증가하면, 방출되는 전자의 최대 운동에너지는 증가한다.
ㄷ. 빛의 파장이 증가하면, 방출되는 전자의 최대 운동에너지는 감소한다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

광전효과에서 전자 방출 조건은 문턱주파수와 문턱파장으로 판단하고, 방출 전자의 최대 운동에너지는 빛의 세기가 아니라 진동수에 의해 정해진다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

광전효과는 금속이 문턱주파수 이상인 빛을 받을 때 전자를 방출하는 현상이다.
최대 운동에너지는 $K_{\max} = hu - \phi = \frac{hc}{\lambda} - \phi$로 주어지므로 진동수가 커질수록 증가하고 파장이 길어질수록 감소한다.
빛의 세기는 같은 진동수 조건에서 방출 전자 수와 광전류를 키우지만 최대 운동에너지를 키우지는 않는다.

선지별 해설

① X: ①은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이다. ㄱ의 '문턱값보다 긴 파장'이 틀린 표현이다. 문턱파장보다 긴 빛은 에너지가 부족하여 전자를 방출시키지 못한다. 올바르게는 '문턱파장보다 짧은 파장의 빛이 금속으로부터 전자를 방출시킨다'이다.
② O: ②는 ㄷ만 옳다고 본 선택지이다. ㄷ은 맞다. $K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - \phi$이므로 파장 λ가 증가하면 진동수는 감소하고, 그 결과 방출 전자의 최대 운동에너지도 감소한다.
③ X: ③은 ㄱ과 ㄴ이 모두 옳다고 본 선택지이다. 그러나 ㄱ은 문턱파장 조건을 거꾸로 말해 틀렸고, ㄴ의 '빛의 세기가 증가하면 최대 운동에너지가 증가한다'도 틀리다. 올바르게는 '빛의 세기가 증가하면 방출 전자 수와 광전류는 증가하지만 최대 운동에너지는 변하지 않는다'이다.
④ X: ④는 ㄴ과 ㄷ이 옳다고 본 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄴ이 틀리므로 전체 선택지는 틀리다. 최대 운동에너지는 세기가 아니라 진동수 또는 파장에 의해 결정된다.

NoteBase

오답 포인트

문턱조건을 파장과 진동수 중 하나만 외우고 있으면 ㄱ에서 방향을 거꾸로 판단하기 쉽다. 또 빛의 세기가 커지면 모든 것이 커진다고 생각하면 ㄴ까지 맞다고 오해하기 쉽지만, 세기는 전자 수를 늘릴 뿐 전자 1개의 최대 운동에너지는 바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

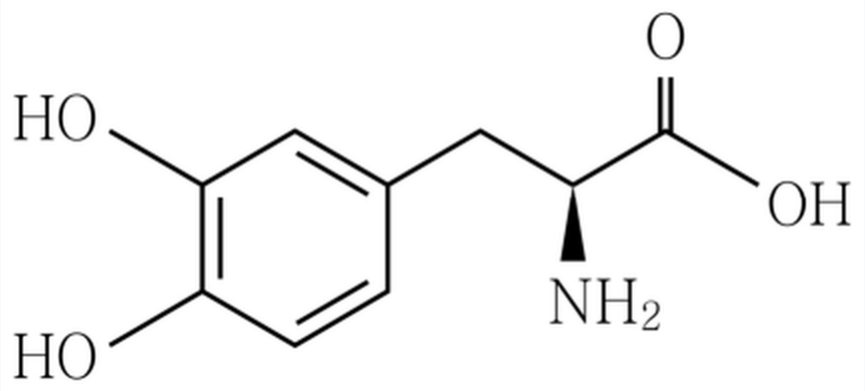
광전효과 문제는 먼저 '전자 방출 자체가 가능한가'를 문턱주파수 또는 문턱파장으로 판단하고, 다음에 '최대 운동에너지인가 전자 수인가'를 구분한다. 최대 운동에너지를 묻는다면 진동수와 파장을 보고, 세기가 나오면 전자 수와 광전류 변화로 연결한다.

암기 포인트

광전효과는 '세기는 전자 수, 진동수는 전자 에너지'로 정리된다.

NoteBase

문 19. 다음 화합물에서 sp^3 혼성 오비탈을 갖는 원자의 총 개수는?



① 4

② 5

③ 6

④ 7

정답 3번

출제 포인트

구조식에서 각 원자의 결합 형태와 전자영역 수를 보고 sp2와 sp3를 구분하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
4개로 세면 곁사슬의 CH2, CH, NH2의 N, COOH의 OH 산소만 잡은 셈이다. 이 구조에서는 벤젠 고리에 붙은 두 OH의 산소도 sp3로 센다. 4개가 아니라 6개이다.

② X
5개로 세면 세 개의 OH 산소 중 하나를 빠뜨린 셈이다. 카보닐의 O는 sp2이지만, 나머지 세 OH 산소와 CH2, CH, N은 sp3이다. 5개가 아니라 6개이다.

③ O
sp3 원자는 CH2 탄소 1개, NH2가 달린 CH 탄소 1개, 아민 N 1개, OH 산소 3개로 모두 6개이다. 벤젠 고리의 탄소 6개와 카보닐 탄소·산소는 모두 sp2이므로 포함되지 않는다.

④ X
7개로 세면 카보닐 탄소나 카보닐 산소까지 sp3로 잘못 포함한 셈이다. C=O를 이루는 탄소와 산소는 모두 sp2이다. 7개가 아니라 6개이다.

오답 포인트

방향족 고리와 카보닐만 보고 sp2를 구분하는 데서 끝내면 하이드록실 산소를 누락하거나, 반대로 카보닐 산소를 sp3로 잘못 넣기 쉽다. 이 문항에서는 하이드록실기의 산소는 sp3, 카보닐의 탄소와 산소는 sp2로 나누는지가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 이중결합이나 방향족 고리에 직접 들어간 원자를 sp2로 묶는다. 그다음 남은 원자 중 단일 결합 중심으로 네 전자영역을 이루는 탄소·질소·산소를 sp3로 세면 된다. 이 구조에서는 벤젠 고리 6개 탄소와 C=O의 탄소·산소를 제외하고 CH2, CH, N, OH의 O 3개를 세면 6개이다.

암기 포인트

방향족 고리와 카보닐은 sp2, 포화 탄소와 아민 N, 하이드록실 O는 sp3로 정리된다.

NoteBase

문 20. 50 mM HCl 수용액 200 mL와 100 mM NaOH 수용액 160 mL를 혼합한 용액의 pOH는? (단, HCl과 NaOH는 완전히 해리되며, 반응으로 생성된 물의 부피는 무시하고, $\log 6 = 0.8$로 계산한다)

① 3.2

② 2.8

③ 2.2

④ 1.8

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 강산과 강염기의 중화 반응 뒤 남는 OH^-의 몰수와 농도를 구해 pOH를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 50 mM HCl 200 mL, 100 mM NaOH 160 mL
구해야 할 값: 혼합 용액의 pOH
주의할 조건: HCl과 NaOH는 완전 해리하고, 생성된 물의 부피는 무시하며, 총부피는 360 mL로 본다.

사용할 공식

$pOH = -\log[OH^-]$이다.
중화 후 남는 OH^-의 농도는 남는 몰수를 전체 혼합 부피로 나누어 구한다.
이 공식을 쓰는 이유는 강산과 강염기가 완전히 해리하므로 반응 후 남는 이온의 농도만 알면 pOH를 바로 계산할 수 있기 때문이다.

계산 과정

HCl의 몰수는 $50 \times 200 = 10{,}000$ mM·mL이므로 10 mmol이다.
NaOH의 몰수는 $100 \times 160 = 16{,}000$ mM·mL이므로 16 mmol이다.
중화 후 남는 OH^-는 $16 - 10 = 6$ mmol이다.
혼합 후 총부피는 $200 + 160 = 360$ mL이므로 $[OH^-] = \frac{6}{360}\text{M} = \frac{1}{60}\text{M}$이다.
따라서 $pOH = -\log\left(\frac{1}{60}\right) = \log 60 = \log(6 \times 10) = 0.8 + 1 = 1.8$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과 pOH는 1.8이므로 3.2는 될 수 없다. 남는 이온의 농도나 로그 처리를 잘못한 오답이며, 올바른 값은 1.8이다.
② X: 중화 후 남는 것은 H^+가 아니라 OH^-이므로 2.8은 맞지 않다. 남는 OH^- 6 mmol을 전체 360 mL에 나누어 계산하면 올바른 값은 1.8이다.
③ X: 2.2는 전체 부피를 반영하지 않거나 로그값을 부정확하게 처리한 오답이다. $[OH^-] = \frac{1}{60}$M에서 구한 올바른 값은 1.8이다.
④ O: 중화 후 남는 OH^-가 6 mmol이고 혼합 부피가 360 mL이므로 $[OH^-] = \frac{1}{60}$M, pOH는 1.8이다.

오답 포인트

NaOH의 농도가 더 크다는 사실만 보고 바로 답을 고르거나, 남는 몰수는 맞게 구해 놓고 전체 부피 360 mL 대신 한쪽 용액의 부피만 쓰는 실수가 많다. pH와 pOH를 뒤바꾸는 혼동도 함께 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

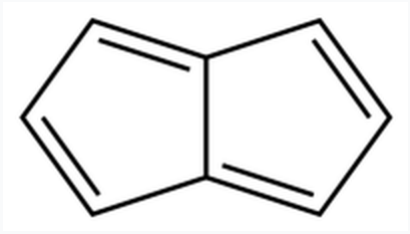
강산과 강염기 혼합 문제는 산과 염기의 몰수를 각각 구하고, 중화 후 남는 이온을 찾고, 그 몰수를 전체 혼합 부피로 나누어 농도를 만든 뒤, 남는 이온이 H^+이면 pH, OH^-이면 pOH를 계산하는 순서로 판단한다.

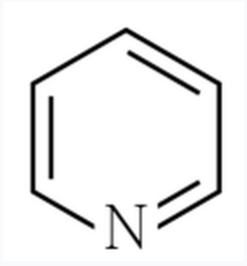
암기 포인트

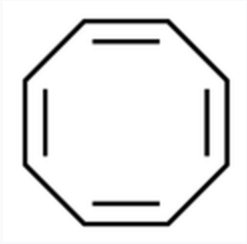
강산-강염기 혼합의 핵심은 큰 농도가 아니라 남는 몰수와 전체 부피이다.

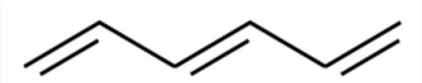
NoteBase

문 21. 반방향족(antiaromatic) 화합물은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

출제 포인트

이 문항은 고리성, 평면성, 연속 공액, π 전자 수를 함께 보아 반방향족 여부를 판정하는 문제이다.

선지별 해설

① O: pentalene형 구조는 전체적으로 연속된 공액 고리계이며 π 전자가 8개이다. 8은 $4nn = 2$에 해당하므로 반방향족이다.
② X: 피리딘은 고리의 π 전자가 6개라서 $4n + 2n = 1$을 만족하는 방향족 화합물이다. 질소의 비공유전자쌍은 방향족 π계에 포함되지 않는다. '반방향족 화합물'이 아니라 '방향족 화합물'이 맞다.
③ X: cyclooctatetraene은 π 전자가 8개이지만 평면을 유지하지 않고 tub형 비평면 구조를 취하므로 반방향족성을 피한다. '반방향족 화합물'이 아니라 '비방향족 화합물'이 맞다.
④ X: 사슬형 공액 triene은 고리 구조가 아니므로 방향족성이나 반방향족성을 논할 수 있는 환상 공액계가 아니다. '반방향족 화합물'이 아니라 '비고리 공액 화합물' 또는 '비방향족 화합물'이 맞다.

NoteBase

오답 포인트

③은 π 전자 수만 보면 8개라서 반방향족처럼 보이지만, 실제로는 비평면 구조를 취해 비방향족이 된다. ②는 질소가 들어 있다는 이유만으로 반방향족으로 오해하기 쉽지만 피리딘의 방향족성은 벤젠과 같은 6π 전자계이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 고리형인지와 연속 공액인지부터 본 뒤, 평면성을 유지할 수 있는지 확인하고 마지막에 π 전자 수를 센다. 이 네 조건이 모두 갖추어지고 $4n$이면 반방향족, $4n + 2$이면 방향족이다.

암기 포인트

반방향족은 평면 고리 공액계의 $4n\,\pi$ 전자, 비평면이면 비방향족이다.

NoteBase

문 22. 팔면체 착물 리간드의 분광화학적 계열(spectrochemical series)에 근거할 때, 다음 중 t_{2g} 궤도에서 e_g 궤도로의 전자 전이에 필요한 에너지가 가장 작은 금속 착물은?

① $[Co(H_2O)_6]^{3+}$

② $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$

③ $[Co(NH_3)_6]^{3+}$

④ $[Ir(NH_3)_6]^{3+}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 팔면체 착물에서 $t_{2g} \rightarrow e_g$ 전이에 필요한 에너지, 즉 결정장 분리 에너지 Δ_o가 리간드의 장 세기와 금속 이온의 종류에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

팔면체 착물에서 $t_{2g} \rightarrow e_g$ 전이 에너지는 Δ_o이다.
같은 금속이면 분광화학적 계열에서 더 강한 리간드일수록 Δ_o가 커진다.
같은 리간드와 같은 산화수이면 보통 3d 금속에서 오른쪽 원소로 갈수록, 그리고 5d 금속일수록 Δ_o가 커진다.

NoteBase

선지별 해설

① X
[Co(H2O)6]3+는 물 리간드를 가지므로 NH3 착물보다는 Δ_o가 작을 수 있지만, 같은 물 리간드의 3가 이온인 [Fe(H2O)6]3+보다는 Co3+가 더 큰 결정장 분리를 만든다.
틀린 표현은 이 착물이 가장 작은 전이 에너지를 가진다고 보는 점이다.
올바르게는 같은 H2O 리간드 조건에서는 [Fe(H2O)6]3+가 [Co(H2O)6]3+보다 Δ_o가 더 작다.

② O
[Fe(H2O)6]3+는 네 선택지 중 가장 약한 장에 가까운 H2O 리간드를 가지면서, 같은 H2O 착물 비교에서도 Co3+보다 작은 Δ_o를 보이므로 전이 에너지가 가장 작다.

③ X
[Co(NH3)6]3+는 중심 금속이 Co3+인 데다 NH3가 H2O보다 더 강한 장 리간드이므로 [Co(H2O)6]3+보다 Δ_o가 더 크다.
틀린 표현은 NH3 착물이 최소 전이 에너지를 준다고 보는 점이다.
올바르게는 같은 Co3+에서는 [Co(H2O)6]3+보다 [Co(NH3)6]3+의 Δ_o가 더 크다.

④ X
[Ir(NH3)6]3+는 NH3 리간드에 더해 Ir3+가 5d 금속이므로 결정장 분리가 매우 크게 나타난다.
틀린 표현은 이 착물이 가장 작은 전이 에너지를 가진다고 보는 점이다.
올바르게는 5d 금속의 NH3 착물은 보통 매우 큰 Δ_o를 보여 최소가 아니라 큰 쪽에 속한다.

오답 포인트

H2O와 NH3의 분광화학적 계열만 외우고 금속 이온의 차이를 놓치면 ①과 ②를 혼동하기 쉽다. 이 문항의 핵심 함정은 리간드 세기와 금속 종류 효과를 함께 비교해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 팔면체에서 전이 에너지가 Δ_o라는 점을 확인한다. 그다음 약한 장 리간드인지 강한 장 리간드인지부터 비교하고, 리간드가 같으면 3d 금속에서 더 오른쪽 원소일수록 Δ_o가 커지며 5d 금속은 더 크게 분리된다고 판단하면 된다.

암기 포인트

작은 Δ_o는 약한 리간드와 상대적으로 약한 금속장에서 나온다. H2O < NH3, Fe3+ < Co3+ << 5d Ir3+로 기억하면 된다.

문 23. C_4H_6 **화합물이 가질 수 있는 구조 이성질체의 총 개수는? (단, 라디칼 구조는 고려하지 않는다)**

① 6

② 7

③ 8

④ 9

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 분자식 C_4H_6의 불포화도를 구한 뒤 가능한 결합 형태와 고리 구조를 빠짐없이 열거하는 문제이다.

조건 정리

주어진 분자식은 C_4H_6이다.
라디칼 구조는 제외하므로 닫힌껍질 중성 분자만 센다.
구조 이성질체만 묻고 있으므로 같은 연결 관계를 가진 입체이성질체는 따로 세지 않는다.

사용할 공식

불포화도는 $\frac{2C+2-H}{2}$로 계산한다.
이 식을 쓰는 이유는 분자식만으로 이 분자가 이중결합, 삼중결합, 고리를 몇 개만큼 포함할 수 있는지 먼저 확정해야 가능한 구조를 체계적으로 열거할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 불포화도는 $\frac{2\times4+2-6}{2}=2$이다.
2. 불포화도 2를 만드는 비고리형 구조는 삼중결합 1개인 1-부타인, 2-부타인과 이중결합 2개인 1,3-부타다이엔, 1,2-부타다이엔의 4종이다.
3. 고리형 구조는 고리 1개와 이중결합 1개 조합인 사이클로부텐, 1-메틸사이클로프로펜, 3-메틸사이클로프로펜, 메틸렌사이클로프로판의 4종과 고리 2개인 바이사이클로부테인의 1종이 가능하다.
4. 따라서 전체 구조 이성질체 수는 $4+5=9$종이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 완전하게 열거하면 구조 이성질체는 9종이다. 틀린 표현은 "6개"이고, 올바르게는 "총개수는 9개이다"이다.
② X: 비고리형 4종만이 아니라 고리형 5종까지 포함해야 하므로 7개는 될 수 없다. 틀린 표현은 "7개"이고, 올바르게는 "총개수는 9개이다"이다.
③ X: 8개라고 세면 고리형 이성질체 한 종류를 누락한 것이다. 틀린 표현은 "8개"이고, 올바르게는 "총개수는 9개이다"이다.
④ O: 1-부타인, 2-부타인, 1,3-부타다이엔, 1,2-부타다이엔, 사이클로부텐, 1-메틸사이클로프로펜, 3-메틸사이클로프로펜, 메틸렌사이클로프로판, 바이사이클로부테인의 9종이 가능하므로 옳다.

오답 포인트

메틸사이클로프로펜의 치환 위치 2종, 메틸렌사이클로프로판, 바이사이클로부테인처럼 고리형 이성질체를 하나씩 빼먹기 쉽다. 특히 불포화도 2를 이중결합 2개나 삼중결합 1개로만 생각하면 고리형 구조가 통째로 누락된다.

다시 나오면 이렇게 판단

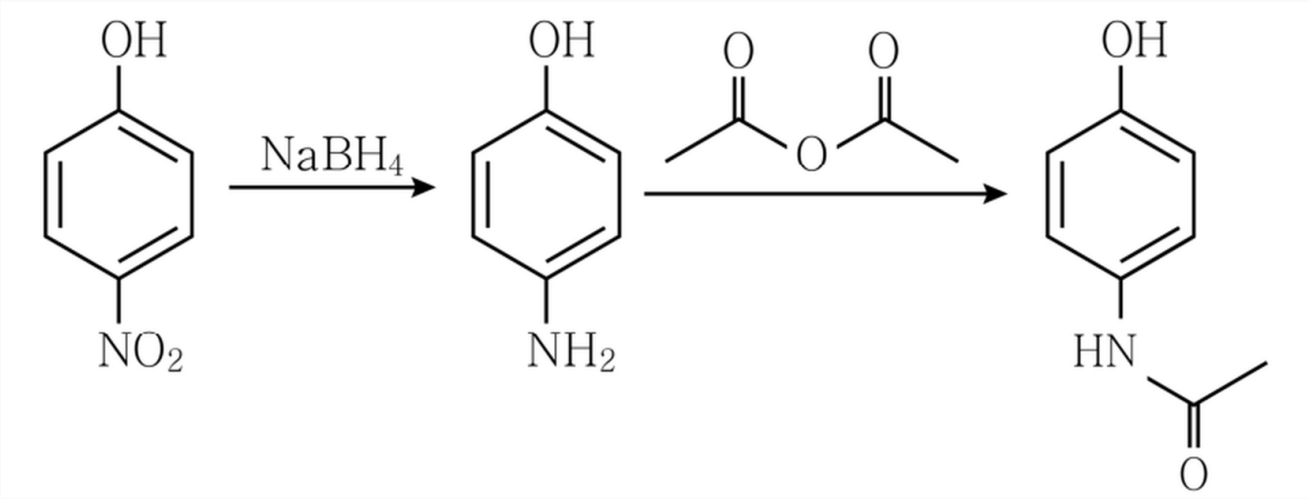
분자식 이성질체 개수 문제는 먼저 불포화도를 계산하고, 그다음 비고리형과 고리형으로 나누어 빠짐없이 열거하면 된다. 마지막에는 치환 위치가 다른 고리형 이성질체와 이중고리 구조가 남아 있지 않은지 다시 점검하면 된다.

암기 포인트

C4H6는 불포화도 2이므로 비고리형 4종과 고리형 5종을 합쳐 9종이다.

NoteBase

문 24. 다음 화학반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 반응 시작물은 페놀을 질산과 반응시켜 합성할 수 있다.

② 최종 생성물의 이름은 p-aminophenol이다.

③ 첫 번째 반응에서 수소화붕소나트륨(sodium borohydride)은 환원제로 사용되었다.

④ 최종 생성물은 진통 및 해열효과가 있다.

정답 2번

출제 포인트

니트로기의 환원과 아닐린형 아민의 아세틸화를 반응식에서 읽어 중간체와 최종 생성물을 구별하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
반응 시작물은 p-니트로페놀이다. 페놀을 질산으로 니트로화하면 o-니트로페놀과 p-니트로페놀이 생성될 수 있으므로 p-니트로페놀을 합성할 수 있다는 설명은 맞다.

② X
틀린 표현은 "최종 생성물의 이름은 p-aminophenol이다"라는 부분이다. p-aminophenol은 첫 번째 환원 단계 뒤의 중간 생성물이고, 최종 생성물은 아민이 아세틸화된 p-hydroxyacetanilide, 즉 아세트아미노펜이다.

③ O
첫 번째 반응에서 $-NO_2$가 $-NH_2$로 바뀌므로 환원이 일어난다. 따라서 이 단계의 $NaBH_4$는 반응식상 환원제로 사용된 것이다.

④ O
최종 생성물은 p-hydroxyacetanilide, 즉 아세트아미노펜이다. 아세트아미노펜은 대표적인 진통·해열제이므로 설명이 맞다.

오답 포인트

가운데 구조식의 $-NH_2$를 보고 중간체 이름을 최종 생성물 이름으로 착각하기 쉽다. 그러나 두 번째 시약이 무수아세트산이므로 마지막 구조에서 먼저 확인해야 할 부분은 아민이 $-NHCOCH_3$로 바뀌었는지 여부이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유기 반응식은 화살표마다 기능기가 어떻게 변하는지 순서대로 읽으면 된다. $-NO_2 \rightarrow -NH_2$는 환원, $-NH_2 \rightarrow -NHCOCH_3$는 아세틸화로 정리한 뒤 마지막 구조의 기능기를 기준으로 최종 생성물 이름을 판단한다.

암기 포인트

p-aminophenol은 중간체이고, 여기에 아세틸기가 붙으면 아세트아미노펜이 된다.

NoteBase

문 25. 다음 반응식 중 옳지 않은 것은?

① ${}_{2}^{3}\mathrm{He} + {}_{2}^{3}\mathrm{He} \rightarrow {}_{2}^{4}\mathrm{He} + {}_{1}^{2}\mathrm{H}$

② ${}_{7}^{14}\mathrm{N} + {}_{0}^{1}\mathrm{n} \rightarrow {}_{6}^{14}\mathrm{C} + {}_{1}^{1}\mathrm{H}$

③ ${}_{7}^{14}\mathrm{N} + {}_{2}^{4}\mathrm{He} \rightarrow {}_{8}^{16}\mathrm{O} + {}_{1}^{1}\mathrm{H}$

④ ${}_{13}^{27}\mathrm{Al} + {}_{2}^{4}\mathrm{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\mathrm{P} + {}_{0}^{1}\mathrm{n}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 핵반응식에서 반응 전후의 질량수와 원자번호가 각각 보존되는지를 판정하는 문제이다.

조건 정리

옳은 핵반응식은 반응물과 생성물의 질량수 합이 같고 원자번호 합도 같아야 한다.
질량수는 위 첨자, 원자번호는 아래 첨자로 읽고, 계수는 해당 입자의 개수만큼 곱해 합산한다.

사용할 공식

Σ A_반응물=Σ A_생성물, Σ Z_반응물=Σ Z_생성물
이 원리는 핵반응에서도 핵자 수와 전하가 보존되기 때문에 사용된다.

계산 과정

① ${}_{2}^{3}\mathrm{He} + {}_{2}^{3}\mathrm{He} \rightarrow {}_{2}^{4}\mathrm{He} + 2{}_{1}^{1}\mathrm{H}$에서 왼쪽 질량수 합은 3+3=6, 오른쪽은 4+2\times1=6이다. 원자번호 합도 왼쪽 2+2=4, 오른쪽 2+2\times1=4이므로 옳다.
② ${}_{7}^{14}\mathrm{N} + {}_{0}^{1}\mathrm{n} \rightarrow {}_{6}^{14}\mathrm{C} + {}_{1}^{1}\mathrm{H}$에서 질량수 합은 14+1=15와 14+1=15로 같고, 원자번호 합도 7+0=7과 6+1=7로 같아 옳다.
③ ${}_{7}^{14}\mathrm{N} + {}_{2}^{4}\mathrm{He} \rightarrow {}_{8}^{16}\mathrm{O} + {}_{1}^{1}\mathrm{H}$에서 왼쪽 질량수 합은 18인데 오른쪽은 16+1=17이어서 질량수가 보존되지 않는다. 원자번호 합은 7+2=9와 8+1=9로 같지만, 질량수 하나만 어긋나도 틀린 반응식이다.
④ ${}_{13}^{27}\mathrm{Al} + {}_{2}^{4}\mathrm{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\mathrm{P} + {}_{0}^{1}\mathrm{n}$에서 질량수 합은 27+4=31과 30+1=31로 같고, 원자번호 합도 13+2=15와 15+0=15로 같아 옳다.

선지별 해설

① O. 계수 2가 붙은 ${}_{1}^{1}\mathrm{H}$를 두 개로 계산하면 질량수와 원자번호가 모두 보존된다.
② O. 중성자의 원자번호는 0이므로 원자번호 합은 7로 유지되고, 질량수도 15로 유지된다.
③ X. ${}_{8}^{16}\mathrm{O}$를 쓰면 오른쪽 질량수 합이 17이라서 틀리다. 틀린 표현은 생성물의 산소 동위원소 질량수이고, 올바르게는 ${}_{8}^{17}\mathrm{O}$가 되어야 $14 + 4 = 17 + 1$로 맞는다.
④ O. 알파입자 ${}_{2}^{4}\mathrm{He}$를 흡수하고 중성자 하나를 방출하는 형태로, 질량수 31과 원자번호 15가 모두 보존된다.

NoteBase

오답 포인트

①의 $2{}_{1}^{1}\mathrm{H}$를 중수소 ${}_{1}^{2}\mathrm{H}$로 오독하거나, ③처럼 원자번호만 맞으면 된다고 생각하면 틀리기 쉽다. 핵반응식은 질량수와 원자번호를 동시에 점검해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

핵반응식 문제는 각 선지마다 반응 전후의 질량수 합을 먼저 계산하고, 그다음 원자번호 합을 계산해 두 값이 모두 같은지 확인하면 된다. 둘 중 하나라도 다르면 틀린 식이다.

암기 포인트

핵반응식 판정은 질량수 보존과 원자번호 보존의 이중 점검으로 끝난다.

NoteBase