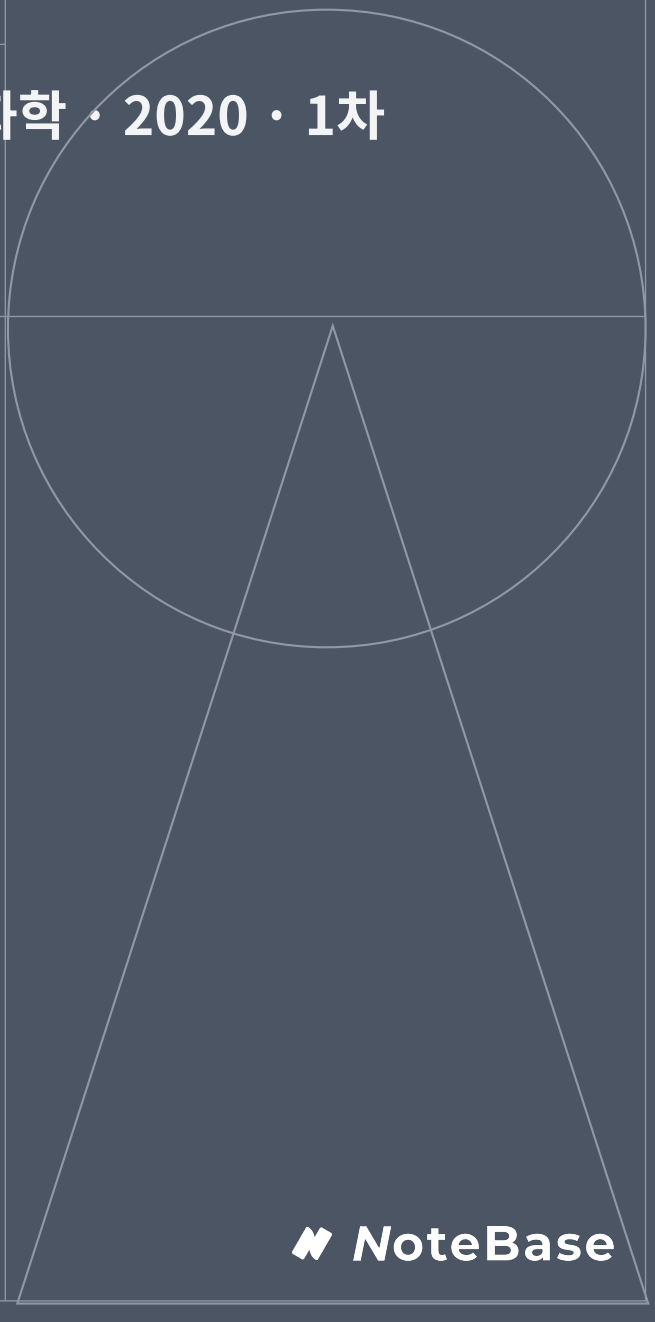
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2020 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2020 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2020 · 1차

문 1. 다음은 산·염기 적정에 사용되는 약 0.1M NaOH 수용액을 제조하고 표준화하는 과정이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

㉠ 무게 백분율 50 %의 NaOH 수용액(밀도 1.50 g/mL)을 만든다.
㉡ ㉠용액을 일정량 취해 끓인 증류수와 섞어 약 0.1 M NaOH 수용액을 만든다.
㉢ 표준물질 수용액과 ㉡용액의 적정을 통하여 ㉡용액의 농도를 정확히 결정한다.

① 증류수 60 g에 NaOH 60 g을 녹이면 용액의 농도는 무게 백분율로 50 %이다.
② 만들어진 NaOH 수용액을 유리용기에 장기간 보관하지 않는다.
③ ㉡에서 증류수를 끓여 사용하는 이유는 녹아 있는 O_2를 제거하기 위해서이다.
④ NaOH는 수분을 잘 흡수하기 때문에 무게를 정확하게 측정하기 어렵다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 수산화 나트륨 수용액을 조제하고 표준화할 때의 질량 백분율, 보관 용기, 끓인 증류수의 사용 목적, *NaOH*의 흡습성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

질량 백분율은 용액 전체 질량에 대한 용질 질량의 백분율이다. *NaOH*는 공기 중 수분과 CO_2를 흡수하므로 고체를 달아 정확한 농도의 표준 용액을 곧바로 만들기 어렵다. 따라서 먼저 대략적인 농도의 용액을 만든 뒤 표준물질로 적정하여 정확한 농도를 결정한다. 끓인 증류수는 용존 CO_2를 제거하여 *NaOH*가 탄산염으로 변하는 것을 줄이기 위해 사용한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 증류수 60g에 $NaOH$ 60g을 녹이면 용액의 전체 질량은 120g이다. 따라서 질량 백분율은 $60/120 \times 100 = 50\%$이다.
② O — 고농도 $NaOH$ 수용액은 유리의 성분을 침식할 수 있으므로 유리 용기에 장기간 보관하지 않고 적절한 플라스틱 용기에 보관한다.
③ X — 틀린 표현은 '녹아 있는 O_2를 제거하기 위해서'이다. 올바르게는 증류수를 끓여 용존 CO_2를 제거하고, $NaOH$와 반응하여 탄산염이 생성되는 것을 줄이기 위해서이다.
④ O — $NaOH$는 조해성이 커서 공기 중 수분을 잘 흡수하고 CO_2와도 반응한다. 이 때문에 순수한 $NaOH$의 질량을 정확히 달기 어려워 조제한 용액을 표준화해야 한다.

오답 포인트

③은 물을 끓이면 여러 용존 기체가 빠져나간다는 사실을 이용해 O_2를 답처럼 보이게 만든다. 적정용 $NaOH$ 용액에서 직접 문제가 되는 기체는 $NaOH$와 반응해 탄산염을 만드는 CO_2이다.

다시 나오면 이렇게 판단

염기성 표준용액을 조제하는 문항에서는 먼저 용질 질량을 용액 전체 질량으로 나누어 질량 백분율을 확인한다. 이어 흡습성과 CO_2 흡수 여부를 확인하고, 끓인 물의 사용 목적은 용존 CO_2 제거와 연결한다.

암기 포인트

$NaOH$는 수분과 CO_2를 흡수하므로 대략 조제한 뒤 표준화하며, 끓인 증류수는 CO_2를 제거하기 위해 사용한다.

NoteBase

문 2. 0.3 M 황산(H_2SO_4) 용액 2 L를 만드는 데 필요한 15 M 황산의 부피는?

① 1 L

② 10 L

③ 0.4 L

④ 0.04 L

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 용액을 희석해도 용질의 몰수는 변하지 않는다는 원리를 이용하여 진한 황산의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 진한 황산의 농도는 $M_1 = 15M$, 만들 용액의 농도는 $M_2 = 0.3M$, 최종 부피는 $V_2 = 2L$이다.
구해야 할 값: 필요한 $15M$ 황산의 부피 V_1이다.
주의할 조건: 희석 전후에 황산의 몰수가 같으며, 농도와 부피의 단위를 양변에서 일관되게 사용한다.

사용할 공식

희석식은 $M_1V_1 = M_2V_2$이다. 물을 넣어 희석하면 용액의 농도와 부피는 달라지지만 황산의 몰수는 보존되므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

$15M \times V_1 = 0.3M \times 2L$
$V_1 = \frac{0.3 \times 2}{15} L = 0.04L$
따라서 필요한 15 M 황산의 부피는 $0.04L$, 즉 $40mL$이다.

선지 판단

① X — $1L$는 계산 결과인 $0.04L$와 다르다. 틀린 표현 '$1L$'는 '$0.04L$'로 고쳐야 한다.
② X — $10L$는 계산 결과인 $0.04L$와 다르다. 틀린 표현 '$10L$'는 '$0.04L$'로 고쳐야 한다.
③ X — $0.4L$는 계산 결과보다 10배 크다. 이는 소수점 자리를 잘못 처리한 값이며, 틀린 표현 '$0.4L$'는 '$0.04L$'로 고쳐야 한다.
④ O — 희석식으로 구한 부피가 $0.04L$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

③의 $0.4L$처럼 나눗셈에서 소수점 자리를 한 칸 잘못 옮기기 쉽다. 또한 필요한 것은 최종 용액 $2L$가 아니라 그 용액을 만드는 데 쓰이는 $15M$ 황산의 부피이다.

다시 나오면 이렇게 판단

희석 문제에서는 먼저 $M_1V_1 = M_2V_2$를 세우고, 구하려는 부피를 분리한 뒤 농도가 낮아지는 만큼 진한 용액의 부피가 최종 부피보다 작아지는지 검산한다.

암기 포인트

희석 전후에는 용질의 몰수가 같으므로 '진한 용액의 농도×부피 = 묽은 용액의 농도×부피'가 성립한다.

NoteBase

문 3. 1.5 mol/L의 KOH 수용액을 만들기 위해 KOH 84 g을 사용했다면 이 때 사용한 물의 양(L)은? (단, KOH 화학식량 56, 사용된 KOH 부피 무시)

① 10

② 0.1

③ 1

④ 1.5

정답 3번

출제 포인트

KOH의 질량을 몰수로 바꾼 뒤 몰농도 $M = n/V$를 이용하여 용액의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: KOH의 질량은 $84g$, 화학식량은 $56g/mol$, 목표 몰농도는 $1.5mol/L$이다.
구해야 할 값: 사용한 물의 양이다.
주의할 조건: KOH의 부피를 무시하므로 계산한 용액의 부피를 물의 부피로 본다.

사용할 공식

$n = \frac{m}{M_m}$
$C = \frac{n}{V}, \quad V = \frac{n}{C}$
질량과 화학식량으로 KOH의 몰수 n을 구할 수 있고, 몰농도는 용액 $1L$당 용질의 몰수이므로 $V = n/C$를 사용한다.

계산 과정

1. KOH의 몰수는 다음과 같다.
$n = \frac{84g}{56g/mol} = 1.5mol$
2. 용액의 부피는 다음과 같다.
$V = \frac{1.5mol}{1.5mol/L} = 1L$
3. KOH의 부피를 무시하므로 사용한 물의 양도 $1L$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 10L는 계산값 1L와 다르다. 틀린 값 10L가 아니라 올바른 물의 양은 1L이다.
② X — 0.1L는 계산값보다 10배 작다. 틀린 값 0.1L가 아니라 올바른 물의 양은 1L이다.
③ O — 84g의 KOH는 1.5mol이고, 이를 1.5mol/L로 만들 때 필요한 용액의 부피는 1L이다. KOH의 부피를 무시하므로 물의 양도 1L이다.
④ X — 1.5는 KOH의 몰수와 목표 몰농도에 나타나는 수치일 뿐 물의 부피가 아니다. 틀린 값 1.5L가 아니라 올바른 물의 양은 1L이다.

오답 포인트

KOH의 질량 84g을 곧바로 몰농도에 대입하거나, 계산된 몰수 1.5mol을 부피 1.5L로 착각하기 쉽다. 먼저 질량을 몰수로 바꾸고, 몰농도의 분모가 용액의 부피임을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량이 주어진 몰농도 문제는 질량 → 몰수 → 용액의 부피 순서로 계산한다. 마지막에는 용질의 부피를 무시하는 조건이 있는지 확인하여 용액의 부피와 물의 부피를 연결한다.

암기 포인트

몰수는 질량을 몰질량으로 나누고, 용액의 부피는 몰수를 몰농도로 나눈다: $n = m/M_{\mathrm{m}}$, $V = n/C$.

NoteBase

문 4. 다음 중 알데하이드와 케톤을 비교한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 알데하이드와 케톤 모두 $Na_2Cr_2O_7$에 의해 산화된다.

② 알데하이드는 환원력이 있으나 케톤은 그렇지 않다.

③ 알데하이드와 케톤은 은거울 반응을 통해 구별할 수 있다.

④ 알데하이드와 케톤 모두 염기 조건에서 알돌 축합 반응을 할 수 있다.

정답 1번

출제 포인트

알데하이드와 케톤의 산화·환원 성질, 은거울 반응, 알돌 축합 가능성을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

알데하이드는 카보닐 탄소에 수소가 결합한 화합물로 산화되어 카복실산이 되기 쉽다. 케톤은 카보닐 탄소에 두 탄소기가 결합한 화합물로, 보통의 산화 조건에서는 쉽게 산화되지 않는다. 두 화합물 모두 α-수소가 있으면 염기 조건에서 엔올레이트를 만들 수 있어 알돌 축합이 가능하다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '알데하이드와 케톤 모두 산화된다'이다. 알데하이드는 $Na_2Cr_2O_7$에 의해 카복실산으로 산화되지만, 케톤은 일반적인 조건에서 산화되지 않는다. 올바르게는 '알데하이드는 산화되지만 케톤은 일반적인 조건에서 산화되지 않는다'이다.
② O — 알데하이드는 자신이 산화되면서 다른 물질을 환원하므로 환원성을 나타내지만, 보통의 케톤은 이러한 환원성을 나타내지 않는다.
③ O — 알데하이드는 톨렌스 시약을 환원하여 은거울 반응을 나타내지만 보통의 케톤은 반응하지 않으므로 둘을 구별할 수 있다.
④ O — α-수소가 있는 알데하이드와 케톤은 모두 염기 조건에서 엔올레이트를 거쳐 알돌 축합을 할 수 있다. 이 선지는 모든 알데하이드와 케톤이 반드시 반응한다는 뜻이 아니라 두 종류 모두 반응 가능한 화합물을 포함한다는 뜻이다.

오답 포인트

카보닐기를 가진다는 공통점만 보고 산화 반응도 같다고 판단하기 쉽다. 그러나 알데하이드는 쉽게 산화되고 은거울 반응이 양성인 반면, 보통의 케톤은 쉽게 산화되지 않고 은거울 반응도 음성이다. 또한 알돌 축합에는 α-수소가 필요하다는 조건을 함께 기억해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

산화와 은거울 반응에서는 알데하이드와 케톤을 구별하고, 알돌 축합에서는 카보닐 화합물의 종류보다 α-수소의 존재 여부를 먼저 판단한다.

암기 포인트

알데하이드는 산화·은거울 반응 양성, 보통의 케톤은 음성, 알돌 축합은 α-수소가 조건이다.

NoteBase

문 5. 다음 중 엔트로피가 증가하는 현상으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

㉠ 드라이아이스가 승화하는 현상
㉡ 에탄올이 증발하는 현상
㉢ 물이 얼어 얼음이 되는 현상
㉣ 수증기가 응결되어 물방울이 되는 현상

① ㉠
② ㉠, ㉡
③ ㉠, ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢, ㉣

정답 2번

출제 포인트

물질의 상태 변화에서 입자의 운동 자유도와 가능한 배열 수가 커지는 방향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

엔트로피는 계가 가질 수 있는 미시적 배열의 수와 에너지의 분산 정도를 나타내는 상태 함수이다. 일반적으로 입자의 운동 자유도는 고체 < 액체 < 기체 순으로 커지므로, 고체→기체인 승화와 액체→기체인 증발에서는 계의 엔트로피가 증가하고 기체→액체인 응결과 액체→고체인 응고에서는 감소한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠ 드라이아이스의 승화에서는 고체가 기체로 변하여 엔트로피가 증가한다. 그러나 ㉡ 에탄올의 증발도 액체가 기체로 변하는 과정이므로 엔트로피가 증가한다. 틀린 부분은 증가 현상을 ㉠만으로 고른 것이며, 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.

② O
㉠ 승화와 ㉡ 증발은 모두 기체 상태로 변하면서 입자의 운동 자유도와 가능한 배열 수가 증가하는 현상이다. 따라서 두 현상을 고른 ②가 옳다.

③ X
㉢ 물이 어는 현상은 액체가 고체로 변하는 응고이므로 물의 엔트로피가 감소한다. 틀린 부분은 ㉢을 증가 현상에 포함한 것이며, ㉢을 제외한 ㉠, ㉡이 올바르다.

④ X
㉢ 응고에서는 액체가 고체로, ㉣ 응결에서는 기체가 액체로 변하므로 두 현상 모두 해당 물질의 엔트로피가 감소한다. 틀린 부분은 ㉢과 ㉣을 증가 현상에 포함한 것이며, 이들을 제외한 ㉠, ㉡이 올바르다.

오답 포인트

상태 변화가 자연스럽게 일어난다는 사실을 곧바로 해당 물질의 엔트로피 증가로 판단하면 ㉢이나 ㉣을 잘못 포함할 수 있다. 이 문항에서는 주변까지 포함한 전체 엔트로피가 아니라 상태가 변하는 물질 자체의 엔트로피를 비교하며, 기체 쪽으로 갈수록 증가하고 고체 쪽으로 갈수록 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 상태 변화를 고체 < 액체 < 기체의 순서에 놓고 화살표가 기체 쪽이면 엔트로피 증가, 고체 쪽이면 엔트로피 감소로 판단한다.

암기 포인트

승화·증발은 엔트로피 증가, 응결·응고는 엔트로피 감소이다.

NoteBase

문 6. 다음 중 화학평형에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 완충용액은 약산 또는 약염기와 이들의 염을 각각 섞어 만들 수 있다.

② 아세트산 소듐과 아세트산이 섞여 있는 수용액에 아세테이트 이온을 첨가하면 아세트산의 이온화는 감소한다.

③ 화합물의 용해도곱 상수(K_{SP})는 평형에 포함된 이온들의 농도합과 같다.

④ 성분 이온들 중의 하나가 이미 용액 중에 들어 있으면 그 염은 덜 녹는다.

정답 3번

출제 포인트

완충용액과 공통 이온 효과를 이해하고, 용해도곱 상수의 평형식이 이온 농도의 합이 아니라 농도의 곱으로 표현된다는 점을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

완충용액: 약산과 그 짝염기 또는 약염기와 그 짝산이 함께 있어 소량의 산이나 염기가 첨가되어도 pH 변화를 작게 하는 용액이다.
공통 이온 효과: 평형에 참여하는 이온을 추가하면 르샤틀리에 원리에 따라 그 이온을 소모하는 방향으로 평형이 이동하여 약전해질의 이온화나 난용성 염의 용해가 감소하는 현상이다.
용해도곱 상수: 난용성 염의 포화 용액에서 평형에 참여하는 각 이온의 농도를 화학양론 계수만큼 거듭제곱하여 곱한 값이다. 예를 들어 $A_xB_y(s) \rightleftharpoons xA^{y+}(aq) + yB^{x-}(aq)$이면 $K_{SP} = [A^{y+}]^x[B^{x-}]^y$이다. 고체의 농도는 평형식에 포함하지 않는다.

선지별 해설

① O. 약산과 그 염을 섞으면 약산과 짝염기의 쌍이, 약염기와 그 염을 섞으면 약염기와 짝산의 쌍이 형성되므로 완충용액을 만들 수 있다.
② O. 아세테이트 이온은 아세트산의 이온화 평형에 이미 참여하는 공통 이온이다. 이를 첨가하면 평형이 아세트산이 생성되는 방향으로 이동하므로 아세트산의 이온화가 감소한다.
③ X. 틀린 표현은 '평형에 포함된 이온들의 농도합'이다. 용해도곱 상수는 평형 이온 농도의 합이 아니라, 각 농도를 화학양론 계수만큼 거듭제곱하여 곱한 값이다.
④ O. 난용성 염의 성분 이온 중 하나가 이미 존재하면 공통 이온 효과에 의해 용해 평형이 고체 염이 생성되는 방향으로 이동하므로 그 염의 용해도가 감소한다.

오답 포인트

③의 '농도합'을 익숙한 표현으로 지나치기 쉽다. 평형상수 식은 반응물과 생성물의 농도를 더하는 식이 아니라, 각 성분의 농도를 화학양론 계수에 따라 거듭제곱하여 곱하는 식이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

용해도곱 선지에서는 먼저 용해 평형식을 쓰고 고체를 제외한 이온 농도만 남긴다. 이어 각 이온 농도의 지수를 반응식의 계수와 맞춘 뒤 곱으로 연결되어 있는지 확인한다. 공통 이온이 첨가되면 그 이온을 줄이는 방향으로 평형이 이동한다고 판단한다.

암기 포인트

용해도곱은 농도의 합이 아니라 '계수만큼 거듭제곱한 농도의 곱'이며, 공통 이온은 이온화와 용해를 억제한다.

NoteBase

문 7. 0.25 M HCl용액을 제조하기 위해 0.4 M HCl 100 mL에 첨가해야 하는 0.2 M HCl 용액의 양(mL)은?

① 300

② 250

③ 200

④ 150

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 서로 농도가 다른 같은 용질의 용액을 섞을 때, 혼합 전후 HCl의 총 몰수를 이용해 첨가할 용액의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $0.4M$ HCl 용액 $100mL$, 첨가 용액의 농도 $0.2M$, 목표 농도 $0.25M$
구해야 할 값: 첨가할 $0.2M$ HCl 용액의 부피 xmL
주의할 조건: 혼합 후 전체 부피는 $(100 + x)mL$이다.

사용할 공식

같은 용질의 두 용액을 섞으므로 HCl의 총 몰수를 더해 혼합 용액의 몰농도를 계산한다.

$$\frac{C_1V_1 + C_2V_2}{V_1 + V_2} = C_f$$

각 부피에 같은 단위인 mL를 사용하므로 단위 환산 없이 비례식으로 계산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

첨가할 $0.2M$ HCl 용액의 부피를 xmL라고 한다.

$$\frac{0.4 \times 100 + 0.2x}{100 + x} = 0.25$$

$$40 + 0.2x = 25 + 0.25x$$

$$15 = 0.05x$$

$$x = 300mL$$

따라서 첨가해야 하는 용액의 양은 $300mL$이다.

선지 판단

① O — $x = 300mL$를 대입하면 $(40 + 60)/(100 + 300) = 0.25M$이므로 목표 농도와 일치한다.
② X — $250mL$를 넣으면 농도는 $(40 + 50)/(100 + 250) \approx 0.257M$이다. $250mL$가 아니라 $300mL$가 올바른 값이다.
③ X — $200mL$를 넣으면 농도는 $(40 + 40)/(100 + 200) \approx 0.267M$이다. $200mL$가 아니라 $300mL$가 올바른 값이다.
④ X — $150mL$를 넣으면 농도는 $(40 + 30)/(100 + 150) = 0.28M$이다. $150mL$가 아니라 $300mL$가 올바른 값이다.

오답 포인트

첨가한 용액의 부피만 분모에 두거나, 혼합 후 전체 부피를 $100mL$로 그대로 두면 오답이 나온다. 첨가하는 $0.2M$ 용액도 HCl을 포함하므로 분자에는 그 용액의 HCl 몰수를 더하고, 분모에는 두 용액의 부피를 합해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 용질의 용액을 혼합하는 문제에서는 각 용액의 농도와 부피의 곱을 더한 뒤 전체 부피로 나눈 값이 목표 농도가 되도록 식을 세운다. 계산 후 구한 부피를 원래 식에 대입해 목표 농도가 나오는지 검산한다.

암기 포인트

혼합 농도는 총 용질의 양을 총 부피로 나눈 값이며, 분자와 분모 모두 첨가한 용액을 반영한다.

NoteBase

문 8. 다음 2개의 반응식을 이용하여 최종 반응식의 반응 엔탈피($\triangle H_3$)를 구하면?

반응식 1: $A + B_2 \rightarrow AB_2\ \Delta H_1 = -270\text{kJ}$
반응식 2: $2AB_3 \rightarrow 2AB_2 + B_2\ \Delta H_2 = 120\text{kJ}$
최종 반응식: $A + \frac{3}{2}B_2 \rightarrow AB_3\ \Delta H_3 = ?$

① −390 kJ

② −330 kJ

③ −150 kJ

④ −40 kJ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 헤스 법칙에 따라 반응식을 뒤집거나 배수로 조정할 때 반응 엔탈피의 부호와 크기도 함께 바꾸어 목표 반응의 엔탈피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응은 $A + B_2 \rightarrow AB_2, \Delta H_1 = -270\text{kJ}$와 $2AB_3 \rightarrow 2AB_2 + B_2, \Delta H_2 = 120\text{kJ}$이다.
구해야 할 반응은 $A + \frac{3}{2}B_2 \rightarrow AB_3$의 ΔH_3이다.
중간 물질 AB_2를 소거하려면 반응식 2를 뒤집은 뒤 $\frac{1}{2}$배해야 한다.

사용할 공식

헤스 법칙에 따라 여러 반응식을 더해 목표 반응식을 만들면 전체 반응 엔탈피도 각 단계의 반응 엔탈피를 같은 방식으로 더한다.
반응식을 뒤집으면 ΔH의 부호가 바뀌고, 반응식의 모든 계수를 n배하면 ΔH도 n배가 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 반응식 2를 뒤집는다.
$2AB_2 + B_2 \rightarrow 2AB_3$, $\Delta H = -120\text{kJ}$
2. 이 반응식을 $\frac{1}{2}$배한다.
$AB_2 + \frac{1}{2}B_2 \rightarrow AB_3$, $\Delta H = -60\text{kJ}$
3. 반응식 1과 더하면 양변의 AB_2가 소거된다.
$A + B_2 \rightarrow AB_2$
$AB_2 + \frac{1}{2}B_2 \rightarrow AB_3$
따라서 $A + \frac{3}{2}B_2 \rightarrow AB_3$이고,
$\Delta H_3 = (-270) + (-60) = -330\text{kJ}$

선지 판단

① X: -390kJ은 반응식 2를 뒤집으면서 ΔH_2를 -120kJ로 바꾼 뒤, 반응식과 엔탈피를 $\frac{1}{2}$배하지 않고 그대로 더할 때 나오는 값이다. 올바른 값은 -330kJ이다.
② O: 반응식 2를 역반응으로 바꾸고 $\frac{1}{2}$배한 엔탈피 -60kJ를 -270kJ에 더하면 -330kJ가 된다.
③ X: -150kJ은 $-270 + 120$처럼 반응식 2를 목표 방향으로 뒤집지 않은 채 엔탈피만 더한 값이다.
올바르게는 역반응의 엔탈피를 절반으로 조정한 -60kJ를 더하여 -330kJ가 된다.
④ X: -40kJ은 목표 반응식을 만들기 위한 반응식 조정과 엔탈피 합에 맞지 않는다. 계수를 맞춘 두 단계의 엔탈피 합은 $(-270) + (-60) = -330$kJ이므로 올바른 값은 -330kJ이다.

오답 포인트

반응식 2는 단순히 더하는 것이 아니라 먼저 역반응으로 바꾸고 다시 $\frac{1}{2}$배해야 한다. 이때 부호만 바꾸고 크기를 절반으로 줄이지 않으면 ①, 반응 방향을 바꾸지 않고 엔탈피를 더하면 ③을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

목표 반응식과 비교하여 각 반응의 방향과 배수를 먼저 정하고, 그와 똑같이 ΔH의 부호와 배수를 조정한 다음 중간 물질이 실제로 소거되는지 확인한다.

암기 포인트

반응식 역전은 ΔH의 부호 반전, 반응식 n배는 ΔH도 n배이다.

NoteBase

문 9. 주기율표의 같은 주기에서 오른쪽으로 갈 때, 주족 원소의 물리적 특성이 변화하는 일반적 경향으로 가장 옳은 것은?

① 원자반지름: 증가, 이온화 에너지: 증가, 전기음성도: 감소

② 원자반지름: 증가, 이온화 에너지: 감소, 전기음성도: 증가

③ 원자반지름: 감소, 이온화 에너지: 증가, 전기음성도: 증가

④ 원자반지름: 감소, 이온화 에너지: 감소, 전기음성도: 감소

정답 3번

출제 포인트

같은 주기에서 오른쪽으로 갈수록 유효 핵전하가 커질 때 원자반지름, 이온화 에너지, 전기음성도가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

같은 주기의 원소는 최외각 전자껍질 수가 같고, 오른쪽으로 갈수록 양성자 수가 늘어 유효 핵전하가 대체로 커진다. 따라서 원자가 전자를 더 강하게 끌어당겨 원자반지름은 감소하고, 전자를 떼어 내는 데 필요한 이온화 에너지는 대체로 증가하며, 결합 전자를 끌어당기는 전기음성도도 증가한다.

선지별 해설

① X — '원자반지름: 증가'와 '전기음성도: 감소'가 틀렸다. 올바르게는 원자반지름은 감소하고, 이온화 에너지와 전기음성도는 증가한다.
② X — '원자반지름: 증가'와 '이온화 에너지: 감소'가 틀렸다. 올바르게는 원자반지름은 감소하고, 이온화 에너지와 전기음성도는 증가한다.
③ O — 오른쪽으로 갈수록 유효 핵전하가 커지므로 원자반지름은 감소하고, 이온화 에너지와 전기음성도는 증가한다.
④ X — '이온화 에너지: 감소'와 '전기음성도: 감소'가 틀렸다. 올바르게는 원자반지름은 감소하고, 이온화 에너지와 전기음성도는 증가한다.

오답 포인트

오른쪽으로 갈수록 전자 수가 늘어난다는 사실만 보고 전자 사이의 반발 때문에 원자반지름이 증가한다고 판단하기 쉽다. 그러나 같은 주기에서는 핵전하 증가의 효과가 더 커서 원자가 전자를 강하게 끌어당기므로 반지름은 감소한다. 이온화 에너지에는 일부 예외가 있지만, 문항이 묻는 일반적 경향은 증가이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

같은 주기에서 오른쪽으로 이동하면 '핵의 끌어당김이 강해진다'를 먼저 적용한다. 전자구름이 당겨져 원자반지름은 감소하고, 전자를 떼기는 어려워져 이온화 에너지는 증가하며, 결합 전자를 끄는 힘인 전기음성도도 증가한다.

암기 포인트

주기에서 오른쪽으로 갈수록 원자반지름은 작아지고, 이온화 에너지와 전기음성도는 커진다.

NoteBase

문 10. 다음 중 물이 수소결합을 가지기 때문에 나타나는 현상으로 가장 옳지 않은 것은?

① 물은 3.98 °C에서 최대 밀도를 가진다.

② 얼음은 물 위에 뜬다.

③ 유사한 분자량을 가진 다른 화합물에 비해 끓는점이 높다.

④ 순수한 물은 전기를 통하지 않는다.

정답 4번

출제 포인트

물 분자 사이의 수소 결합으로 나타나는 물의 비정상적 성질과 전기 전도성의 원인을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

수소 결합은 한 물 분자의 수소와 다른 물 분자의 산소 사이에 작용하는 비교적 강한 분자 간 인력이다. 이 결합은 물의 높은 끓는점과 밀도 이상 현상에 영향을 주지만, 전기 전도성은 물속에서 이동할 수 있는 이온의 존재로 결정된다.

선지별 해설

① O — 물은 약 3.98 °C에서 밀도가 최대이다. 그보다 낮은 온도에서는 수소 결합에 의해 빈 공간이 많은 구조가 발달하여 부피가 증가하고 밀도가 감소한다.
② O — 얼음에서는 수소 결합이 열린 결정 구조를 형성하므로 같은 질량의 액체 물보다 부피가 크고 밀도가 작아 물 위에 뜬다.
③ O — 물 분자 사이의 강한 수소 결합을 끊는 데 큰 에너지가 필요하므로, 물은 분자량이 비슷한 다른 화합물보다 끓는점이 높다.
④ X — 틀린 부분은 '순수한 물은 전기를 통하지 않는다'라는 현상을 수소 결합 때문에 나타나는 성질로 본 것이다. 순수한 물도 자동 이온화로 생긴 매우 적은 양의 H_3O^+와 OH^- 때문에 전기를 극히 약하게 통하며, 전기 전도성은 이동 가능한 이온의 농도와 관련된다.

오답 포인트

④의 '순수한 물은 전기를 통하지 않는다'는 교과서적 근사 표현 때문에 물의 특성으로 받아들이기 쉽다. 그러나 이 문항은 사실 여부만이 아니라 그 현상이 수소 결합에서 비롯되는지를 묻는다. 전기 전도성의 직접 원인은 수소 결합이 아니라 이동 가능한 이온이다.

다시 나오면 이렇게 판단

끓는점·융점·표면 장력·얼음의 낮은 밀도처럼 분자 사이 인력이나 구조와 관련되면 수소 결합을 검토한다. 전기 전도성처럼 전하 운반자의 이동과 관련되면 이온의 존재와 농도를 기준으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

수소 결합은 끓는점과 밀도 이상을 설명하고, 전기 전도는 이동 가능한 이온이 설명한다.

NoteBase

문 11. 다음은 4가지 반응의 화학식이다. (가)~(라)에 제시된 물질에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

(가) 리튬의 제련 : $2LiCl \rightarrow 2Li + Cl_2$
(나) 화석연료의 연소 : $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
(다) 요소의 합성 : $2㉠ + CO_2 \rightarrow CH_4N_2O + H_2O$
(라) 암모니아 합성 : $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

① (가)에서 원소는 2가지이다.
② (나)에서 분자는 3가지이다.
③ (다)에서 ㉠은 비료의 원료로 사용된다.
④ (라)에서 화합물은 1가지이다.

정답 2번

출제 포인트

화학 반응식에 나타난 원소의 종류, 분자의 종류, 화합물의 종류를 구분하고 반응물의 화학식을 추론하는 문제이다.

핵심 개념

원소는 같은 원자 번호를 가진 원자의 종류이며, 화학식에 쓰인 원소 기호로 센다. 분자는 원자들이 결합하여 독립된 입자를 이룬 것이며, 서로 다른 화학식의 분자는 각각 한 종류로 센다. 화합물은 서로 다른 두 가지 이상의 원소가 일정한 비율로 결합한 순물질이다.

선지별 해설

① O — $LiCl$, Li, Cl_2에 포함된 원소 기호는 Li와 Cl이므로 원소는 2가지이다.
② X — 틀린 표현은 '분자는 3가지'이다. (나)에 제시된 분자는 CH_4, O_2, CO_2, H_2O의 4가지이므로, 올바르게는 '분자는 4가지이다'이다.
③ O — 요소의 화학식은 CH_4N_2O이므로 반응식의 원자 수를 맞추면 ㉠은 NH_3, 즉 암모니아이다. 암모니아는 요소와 같은 질소 비료를 만드는 원료로 사용된다.
④ O — (라)의 N_2와 H_2는 각각 한 종류의 원소로만 이루어진 홑원소 물질이고, 서로 다른 원소가 결합한 화합물은 NH_3 한 가지이다.

오답 포인트

②에서 반응물과 생성물의 개수나 계수를 세면 안 된다. 분자의 '종류'는 서로 다른 화학식으로 세므로 CH_4, O_2, CO_2, H_2O를 모두 포함해 4가지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

원소의 종류는 원소 기호의 수로, 분자의 종류는 서로 다른 분자식의 수로, 화합물의 종류는 두 가지 이상의 원소로 이루어진 서로 다른 물질의 수로 판단한다. 반응식의 계수는 입자 수의 비이므로 물질의 종류 수에는 포함하지 않는다.

암기 포인트

원소는 기호, 분자는 화학식, 화합물은 두 종류 이상의 원소 결합으로 구분한다.

NoteBase

문 12. 다음은 임의의 원소 A, B로 이루어진 화합물에서 성분 원소의 질량을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르시오. (단, 자연계에서 A의 동위 원소는 ^{10}A, ^{11}A만 존재하며, B의 원자량은 16이다.)

실험식	(가)	AB_3
A의 질량(g)	2.7	2.7
B의 질량(g)	6.0	12.0

㉠ (가)는 A_2B_3이다.

㉡ 동위 원소의 존재비는 $^{10}A : {}^{11}A = 1 : 4$이다.

㉢ 같은 질량에 포함된 A 원자의 수는 AB_3가 (가)보다 크다.

① ㉠

② ㉠, ㉡

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 2번

출제 포인트

화합물의 성분 질량과 원자 수비를 이용하여 A의 평균 원자량, 동위 원소 존재비, 실험식을 차례로 구하고 같은 질량에서 A 원자 수를 비교하는 문제이다.

조건 정리

AB_3에서 A와 B의 질량은 각각 2.7g, 12.0g이고, B의 원자량은 16이다. (가)에서 A와 B의 질량은 각각 2.7g, 6.0g이다. 자연계의 A는 ^{10}A와 ^{11}A만 존재한다.

사용할 공식

원소의 몰수는 $n = \frac{m}{M}$이고, 실험식의 원자 수비는 각 원소의 몰수비이다. 동위 원소의 평균 원자량은 M=Σ(동위 원소 질량×존재 분율)이다. 같은 질량의 화합물에 포함된 A 원자 수는 화학식 속 A의 개수화합물의 몰 질량에 비례한다. 성분 질량을 몰수로 바꾸면 원자 수비를 얻을 수 있으므로 이 관계들을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. AB_3에서 B의 몰수는 $\frac{12.0}{16} = 0.75mol$이다. A와 B의 원자 수비가 1 : 3이므로 A의 몰수는 $0.25mol$이고, A의 평균 원자량은 $\frac{2.7}{0.25} = 10.8$이다.
2. ^{11}A의 존재 분율을 x라 하면 $10(1-x) + 11x = 10.8$이므로 $x = 0.8$이다. 따라서 $^{10}A : {}^{11}A = 0.2 : 0.8 = 1 : 4$이다.
3. (가)에서 n(A)=(2.7)/(10.8)=0.25 mol, n(B)=(6.0)/(16)=0.375 mol이므로 A: B=2:3이다. 따라서 (가)는 A_2B_3이다.
4. (가)의 몰 질량은 $2(10.8) + 3(16) = 69.6$, AB_3의 몰 질량은 $10.8 + 3(16) = 58.8$이다. 같은 질량에서 A 원자 수는 각각 $\frac{2}{69.6}$, $\frac{1}{58.8}$에 비례하며 $\frac{2}{69.6} > \frac{1}{58.8}$이다. 따라서 A 원자 수는 (가)가 AB_3보다 크다.

선지 판단

㉠ O — (가)의 A와 B의 몰수비가 2 : 3이므로 (가)는 A_2B_3이다.
㉡ O — A의 평균 원자량이 10.8이므로 $^{10}A : {}^{11}A = 1 : 4$이다.
㉢ X — 같은 질량에서 A 원자 수는 AB_3가 아니라 (가)가 더 크다. 틀린 표현 'AB_3가 (가)보다 크다'는 '(가)가 AB_3보다 크다'로 고쳐야 한다.
① X — ㉠만 고른 것은 참인 ㉡을 빠뜨렸다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.
② O — 참인 설명은 ㉠과 ㉡이므로 옳은 조합이다.
③ X — ㉠을 빠뜨리고 거짓인 ㉢을 포함했다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.
④ X — 거짓인 ㉢을 포함했다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.

오답 포인트

같은 질량의 시료를 비교할 때 화학식 속 A의 아래첨자만 보면 ㉢을 반대로 판단하기 쉽다. 아래첨자를 화합물의 몰 질량으로 나눈 A의 개수몰 질량을 비교해야 하며, 이 값은 (가)가 더 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

성분 질량을 먼저 몰수로 바꾸어 원자 수비와 평균 원자량을 구한다. 같은 질량에서 특정 원자의 수를 비교할 때는 화학식 속 해당 원자의 개수를 화합물의 몰 질량으로 나눈 값을 비교한다.

암기 포인트

질량비는 몰수비가 아니다. 질량을 원자량으로 나누면 원자 수비가 되고, 같은 질량의 원자 수 비교는 '아래첨자 ÷ 몰 질량'이다.

NoteBase

문 13. 84.0 g의 CO기체와 10.0 g의 H_2기체를 반응시켜 액체 CH_3OH를 얻었다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?(CO, H_2, CH_3OH의 분자량은 각각 28.0, 2.0, 32.0이다.)

① 한계반응물은 CO이다.

② CO와 H_2는 1:2의 몰비로 반응한다.

③ CH_3OH의 이론적 수득량은 80.0 g이다.

④ 반응물 CO와 H_2의 몰수는 각각 3몰과 5몰이다.

정답 1번

출제 포인트

반응식을 맞춘 뒤 각 반응물의 몰수를 반응 계수로 나누어 한계반응물을 찾고, 생성물의 이론적 수득량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

반응식: $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$
주어진 질량: CO 84.0 g, H_2 10.0 g
몰질량: CO 28.0 g/mol, H_2 2.0 g/mol, CH_3OH 32.0 g/mol
반응 계수에 따라 CO 1 mol과 H_2 2 mol이 반응하여 CH_3OH 1 mol을 생성한다.

사용할 공식

몰수는 $n = m/M$으로 구한다. 한계반응물은 각 반응물의 몰수를 반응 계수로 나눈 값이 더 작은 물질이다. 이 기준을 쓰는 이유는 반응 계수가 실제 소모 몰수의 비를 나타내기 때문이다.

계산 과정

1. CO의 몰수는 $84.0g/(28.0g/mol) = 3.00mol$이다.
2. H_2의 몰수는 $10.0g/(2.0g/mol) = 5.00mol$이다.
3. 몰수를 반응 계수로 나누면 CO는 $3.00/1 = 3.00$, H_2는 $5.00/2 = 2.50$이므로 H_2가 한계반응물이다.
4. 생성되는 CH_3OH은 2.50 mol이므로 이론적 수득량은 $2.50mol \times 32.0g/mol = 80.0g$이다.

선지 판단

① X — 한계반응물은 CO가 아니라 H_2이다. 틀린 표현 '한계반응물은 CO이다'는 '한계반응물은 H_2이다'로 고쳐야 한다.
② O — 반응식 $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$에서 CO : H_2의 반응 몰비는 1:2이다.
③ O — 한계반응물인 H_2 5.00 mol로 CH_3OH 2.50 mol이 생성되므로 이론적 수득량은 80.0 g이다.
④ O — 질량을 몰질량으로 나누면 CO와 H_2의 몰수는 각각 3.00 mol, 5.00 mol이다.

NoteBase

오답 포인트

반응 전 몰수만 비교하면 3.00 *mol*인 *CO*가 더 적어 한계반응물이라고 오인하기 쉽다. 한계반응물은 단순히 몰수가 적은 물질이 아니라 몰수를 반응 계수로 나눈 값이 더 작은 물질이며, 이 문항에서는 H_2의 값 2.50이 *CO*의 값 3.00보다 작다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식의 계수를 먼저 맞춘 뒤 질량을 몰수로 바꾸고, 각 몰수를 반응 계수로 나누어 한계반응물을 정한다.
생성물의 양은 반드시 한계반응물을 기준으로 계산한다.

암기 포인트

‘몰수 자체’가 아니라 ‘몰수 ÷ 반응 계수’가 가장 작은 반응물이 한계반응물이다.

NoteBase

문 14. 다음 중 양자수에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 주 양자수(n)가 3일 때, 가능한 각운동량 양자수(l)는 1, 2, 3이다.

② 각운동량 양자수(l)가 2일 때, 가능한 자기 양자수(m_l)는 -2, -1, 0, +1, +2이다.

③ 스핀 양자수(m_s)는 다른 양자수에 관계없이 항상 $-\frac{1}{2}$ 또는 $+\frac{1}{2}$을 갖는다.

④ 한 원자에서 어떠한 두 전자도 같은 값의 네 가지 양자수 (n, l, m_l, m_s)를 가질 수 없다.

정답 1번

출제 포인트

주 양자수에 따라 허용되는 각운동량 양자수와 자기 양자수의 범위, 전자 스핀 양자수, 파울리 배타 원리를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

주 양자수 n은 전자껍질을 나타내며 1 이상의 정수이다. 각운동량 양자수 l은 오비탈의 종류를 나타내고 0부터 $n-1$까지의 정숫값을 갖는다. 자기 양자수 m_l은 오비탈의 공간적 배향을 나타내고 $-l$부터 $+l$까지의 정숫값을 갖는다. 전자의 스핀 양자수 m_s는 $-\frac{1}{2}$ 또는 $+\frac{1}{2}$이다.

선지별 해설

① X — 틀린 부분은 $n=3$일 때 $l=1, 2, 3$이라고 한 것이다. l의 범위는 0부터 $n-1$까지이므로, 올바르게는 $l=0, 1, 2$이다.
② O — m_l은 $-l$부터 $+l$까지 1씩 변한다. 따라서 $l=2$이면 가능한 값은 -2, -1, 0, +1, +2이다.
③ O — 전자 한 개의 스핀 양자수 m_s는 다른 양자수의 값과 관계없이 $-\frac{1}{2}$ 또는 $+\frac{1}{2}$이다.
④ O — 파울리 배타 원리에 따라 한 원자 안의 서로 다른 두 전자는 네 양자수 n, l, m_l, m_s가 모두 같을 수 없다. 같은 오비탈의 두 전자도 스핀 양자수는 서로 반대이다.

오답 포인트

①에서 l의 최댓값을 n으로 착각하기 쉽다. 각운동량 양자수는 0부터 시작하고 최댓값은 항상 $n-1$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

양자수의 허용 범위를 순서대로 확인한다. $n=1, 2, 3, \ldots$, $l=0, 1, \ldots, n-1$, $m_l=-l, -l+1, \ldots, +l$, $m_s=\pm\frac{1}{2}$이다.

암기 포인트

l은 0부터 $n-1$까지, m_l은 $-l$부터 $+l$까지, m_s는 $\pm\frac{1}{2}$이다.

NoteBase

문 15. 다음 표는 이온 (가)와 원자 (나), (다)에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

이온 또는 원자	구성입자수			질량수
	양성자	A	B	
(가)	8	8	10	16
(나)		12		24
(다)		14	12	

㉠ A는 전자이다.
㉡ (가)는 음이온이다.
㉢ (나)와 (다)는 동위원소이다.

① ㉠
② ㉠, ㉡
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 3번

출제 포인트

양성자수, 중성자수, 전자수와 질량수의 관계를 이용하여 미지의 입자 A와 B를 판별하고, 이온의 전하와 동위원소 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

질량수는 양성자수와 중성자수의 합이고, 원자는 양성자수와 전자수가 같다. 이온은 양성자수와 전자수가 다르며, 전자수가 더 많으면 음이온이다.

사용할 공식

질량수=양성자수+중성자수
이온의 전하량=양성자수-전자수
질량수는 원자핵을 이루는 양성자와 중성자의 총수이므로 첫 번째 관계를 사용한다. 또한 양성자 한 개는 양전하, 전자 한 개는 음전하를 띠므로 두 번째 관계로 이온의 종류를 판단한다.

NoteBase

계산 과정

(가): 양성자수가 8이고 질량수가 16이므로 중성자수는 $16 - 8 = 8$이다. 따라서 A는 중성자이고 B는 전자이다. 전자수가 10으로 양성자수보다 2만큼 많으므로 (가)는 $2-$ 음이온이다.
(나): A가 중성자이므로 중성자수는 12이다. 질량수가 24이므로 양성자수는 $24 - 12 = 12$이고, 원자이므로 전자수도 12이다.
(다): B가 전자이므로 전자수는 12이다. 원자이므로 양성자수도 12이며, 중성자수는 14이다. 따라서 질량수는 $12 + 14 = 26$이다.
(나)와 (다)는 양성자수가 모두 12이고 중성자수가 각각 12와 14이므로 동위원소이다. 따라서 ㉠은 거짓이고 ㉡과 ㉢은 참이다.

선지 판단

① X — ㉠의 'A는 전자이다'가 틀렸다. 올바르게는 A는 중성자이며, 옳은 진술의 구성은 ㉡, ㉢이다.
② X — ㉠을 포함하고 참인 ㉢을 빠뜨렸다. 올바르게는 ㉡, ㉢이 옳다.
③ O — ㉡에서 (가)는 전자가 양성자보다 2개 많은 음이온이고, ㉢에서 (나)와 (다)는 양성자수는 같고 중성자수가 다른 동위원소이다.
④ X — ㉠까지 옳다고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 A가 중성자이고 B가 전자이므로 ㉡, ㉢만 옳다.

오답 포인트

(가)에서 A와 양성자수가 모두 8이라는 이유만으로 A를 전자로 오인하기 쉽다. 질량수 16에서 양성자수 8을 빼면 A가 중성자임이 먼저 확정되고, 남은 B가 전자임을 알 수 있다. 또한 동위원소는 질량수가 같은 원자가 아니라 양성자수는 같고 중성자수가 다른 원자이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 질량수에서 양성자수를 빼 중성자수를 정하고, 원자라면 양성자수와 전자수를 같게 둔다. 그다음 이온은 양성자수와 전자수의 차이로 전하를 판단하고, 동위원소는 양성자수의 일치와 중성자수의 차이를 확인한다.

암기 포인트

질량수는 양성자수와 중성자수의 합이다. 동위원소는 양성자수는 같고 중성자수는 다르다. 전자수가 양성자수보다 많으면 음이온이다.

NoteBase

문 16. 다음 표는 2, 3주기인 원소 A~D에 대한 자료이다. A~D의 원자 번호를 비교한 것으로 가장 옳은 것은? (A~D는 임의의 원소 기호이다.)

원소	A	B	C	D
원자가 전자 수	3	4	5	6
전기 음성도	2.0	1.9	3.0	2.6

① A > D > C > B

② C > A > D > B

③ D > B > C > A

④ D > C > B > A

정답 3번

출제 포인트

2, 3주기 원소의 원자가 전자 수와 전기 음성도를 함께 이용해 원소를 식별하고 원자 번호의 크기를 비교하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 원자가 전자 수로 각 원소가 속한 족의 후보를 정한다.
2. 전기 음성도와 2, 3주기라는 조건으로 원소를 확정한다.
3. 확정한 원소의 원자 번호를 비교한다.

핵심 근거

표에서 A는 원자가 전자 수 3, 전기 음성도 2.0이므로 붕소(B)이고 원자 번호는 5이다. B는 원자가 전자 수 4, 전기 음성도 1.9이므로 규소(Si)이고 원자 번호는 14이다. C는 원자가 전자 수 5, 전기 음성도 3.0이므로 질소(N)이고 원자 번호는 7이다. D는 원자가 전자 수 6, 전기 음성도 2.6이므로 황(S)이고 원자 번호는 16이다. 따라서 원자 번호의 순서는 D(16) > B(14) > C(7) > A(5)이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — A > D > C > B는 틀리다. 표의 두 수치로 식별하면 A는 붕소(5), D는 황(16), C는 질소(7), B는 규소(14)이므로 올바른 순서는 D > B > C > A이다.
② X — C > A > D > B는 틀리다. C와 A는 각각 질소(7), 붕소(5)이지만, D와 B는 각각 황(16), 규소(14)이므로 3주기인 D와 B가 앞에 와야 한다. 올바른 순서는 D > B > C > A이다.
③ O — D > B > C > A는 황(16) > 규소(14) > 질소(7) > 붕소(5)의 원자 번호 순서와 일치한다.
④ X — D > C > B > A에서 C > B가 틀리다. C는 질소로 원자 번호가 7이고 B는 규소로 원자 번호가 14이므로 B > C이다. 올바른 순서는 D > B > C > A이다.

오답 포인트

원자가 전자 수만 보고 같은 주기 안의 순서처럼 배열하면 틀리기 쉽다. 이 문항에서는 전기 음성도로 실제 원소를 확정한 뒤, 3주기 원소인 황과 규소의 원자 번호가 2주기 원소인 질소와 붕소보다 크다는 점까지 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자가 전자 수로 족을 찾고, 전기 음성도와 주기 조건으로 원소를 확정한 다음 원자 번호를 직접 대응한다.
주기가 다르면 전기 음성도의 크기만으로 원자 번호 순서를 정하지 않는다.

암기 포인트

B(5), N(7), Si(14), S(16)를 대응하면 원자 번호 순서는 S > Si > N > B이다.

NoteBase

문 17. 다음은 5가지 분자를 주어진 기준에 따라 분류한 것이다. 가장 옳지 않은 것은?

H_2O¤NH_3¤BF_3¤CCl_4¤CH_2O

기 준	예	아니오
모든 원자가 동일한 평면에 있는가?	(가)	(나)
극성분자인가?	(다)	(라)
중심 원자가 옥텟 규칙을 만족하는가?	(마)	(바)

① (나)에 해당하는 분자는 2가지이다.

② (바)에 해당하는 분자는 BF_3이다.

③ (가), (다), (마)에 모두 해당되는 분자는 1가지이다.

④ (가)에 해당하는 분자는 3가지이다.

정답 3번

출제 포인트

분자의 입체 구조와 결합의 극성을 이용해 평면성, 분자 극성, 중심 원자의 옥텟 규칙 충족 여부를 분류하는 문제이다.
(가)에는 H_2O, BF_3, CH_2O, (나)에는 NH_3, CCl_4가 해당한다. (다)에는 H_2O, NH_3, CH_2O, (라)에는 BF_3, CCl_4가 해당한다. (마)에는 H_2O, NH_3, CCl_4, CH_2O, (바)에는 BF_3가 해당한다.

선지별 해설

① O — (나)는 모든 원자가 동일한 평면에 있지 않은 분자이다. 삼각뿔형인 NH_3와 정사면체형인 CCl_4의 2가지가 해당한다.
② O — BF_3의 중심 원자 B 주위에는 결합 전자 6개만 있으므로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다. 따라서 (바)에 해당하는 분자는 BF_3이다.
③ X — (가), (다), (마)를 모두 만족하는 분자는 H_2O와 CH_2O의 2가지이다. '1가지'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '2가지'이다.
④ O — (가)는 모든 원자가 동일한 평면에 있는 분자이다. 굽은형 H_2O, 평면 삼각형 BF_3, 평면 구조인 CH_2O의 3가지가 해당한다.

NoteBase

오답 포인트

‘평면 분자’를 직선형이나 평면 삼각형만으로 좁히면 H_2O를 빠뜨리기 쉽다. 원자가 3개인 굽은형 H_2O도 세 원자가 하나의 평면을 이루며, CH_2O도 C를 중심으로 평면 삼각형 구조이므로 전체 원자가 같은 평면에 있다. 따라서 (가)·(다)·(마)의 공통 분자는 1가지가 아니라 2가지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 루이스 구조로 중심 원자의 전자 영역을 세어 입체 구조와 옥텟 충족 여부를 정한다. 다음으로 결합 쌍극자의 크기와 공간적 상쇄 여부를 확인해 극성 분자와 무극성 분자를 구분한 뒤, 각 조건의 교집합을 센다.

암기 포인트

BF_3: 평면·무극성·B의 옥텟 불충족, NH_3: 비평면·극성·옥텟 충족, CH_2O: 평면·극성·옥텟 충족이다.

NoteBase

문 18. 다음은 Cu와 관련된 3가지 반응의 화학반응식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

(가) $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$
(나) $Cu_2S + O_2 \rightarrow 2Cu + SO_2$
(다) $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$

㉠ (가)에서 CuO는 환원된다.
㉡ (나)에서 Cu와 O의 산화수는 모두 감소한다.
㉢ (다)에서 HNO_3은 산화제이다.

① ㉠
② ㉠, ㉡
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 4번

출제 포인트

반응 전후 원소의 산화수 변화를 비교하여 산화·환원 여부와 산화제를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

산화는 산화수가 증가하는 변화이고, 환원은 산화수가 감소하는 변화이다. 산화제는 다른 물질을 산화시키면서 자신은 환원되는 물질이다.
㉠ (가)에서 Cu의 산화수는 CuO의 +2에서 Cu의 0으로 감소하므로 CuO는 환원된다.
㉡ (나)에서 Cu는 +1에서 0으로, O는 O_2의 0에서 SO_2의 -2로 각각 감소한다. 따라서 Cu와 O는 모두 환원된다. 이때 S는 -2에서 +4로 증가하여 산화된다.
㉢ (다)에서 N은 HNO_3의 +5에서 NO의 +2로 감소한다. 따라서 HNO_3은 환원되면서 Cu를 산화시키는 산화제이다.

선지별 해설

① X — ㉠은 옳지만 ㉡과 ㉢도 옳다. 틀린 부분은 옳은 설명을 ㉠만으로 한정한 것이며, 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 고른다.
② X — ㉠과 ㉡은 옳지만 ㉢도 옳다. 틀린 부분은 ㉢을 제외한 것이며, 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 고른다.
③ X — ㉡과 ㉢은 옳지만 ㉠도 옳다. 틀린 부분은 ㉠을 제외한 것이며, 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 고른다.
④ O — ㉠, ㉡, ㉢이 모두 옳으므로 이 구성이 정답이다.

NoteBase

오답 포인트

㉡에서 생성물 SO_2만 보고 O가 산화되었다고 오해하기 쉽다. O의 산화수는 0에서 -2로 감소하므로 환원되며, 산화되는 원소는 S이다. 또한 산화제는 상대를 산화시키고 자신은 환원된다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 원소의 반응 전후 산화수를 먼저 적고, 산화수 증가이면 산화, 감소이면 환원으로 판정한다. 이어서 자신이 환원된 반응물을 산화제로 판단한다.

암기 포인트

산화수 증가=산화, 산화수 감소=환원, 산화제=자신은 환원이다.

NoteBase

문 19. 다음은 산·염기반응의 화학반응식이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

(가) $HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CN^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$
(나) $CN^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HCN_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
(다) $HCN_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow CN^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$
(라) $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

① (가)에서 HCN은 아레니우스 산이다.
② (나)에서 CN^-은 브뢴스테드-로우리 염기이다.
③ (다)에서 OH^-은 루이스 염기이다.
④ (라)에서 NH_3는 아레니우스 염기이다.

정답 4번

출제 포인트

아레니우스, 브뢴스테드-로우리, 루이스 산·염기의 정의를 반응식에 적용하여 구별하는 문제이다.

핵심 개념

아레니우스 산·염기: 물에서 해리하여 각각 H^+와 OH^-를 내놓는 물질이다. 수용액의 H^+는 주로 H_3O^+로 나타낸다.
브뢴스테드-로우리 산·염기: 각각 양성자 H^+를 주는 물질과 받는 물질이다.
루이스 산·염기: 각각 전자쌍을 받는 물질과 주는 물질이다.

선지별 해설

① O. (가)에서 HCN은 물에 양성자를 주어 H_3O^+를 생성하므로 아레니우스 산으로 판단할 수 있다.
② O. (나)에서 CN^-은 물로부터 양성자를 받아 HCN이 되므로 브뢴스테드-로우리 염기이다.
③ O. (다)에서 OH^-은 비공유 전자쌍을 HCN의 양성자에 제공하여 H_2O를 형성하므로 루이스 염기이다.
④ X. 틀린 표현은 'NH_3는 아레니우스 염기이다'이다. NH_3는 물에서 해리하여 자체적으로 OH^-를 내놓는 물질이 아니라 물로부터 양성자를 받아 NH_4^+가 되므로, 이 반응에서는 브뢴스테드-로우리 염기이며 전자쌍을 제공한다는 점에서는 루이스 염기이다.

오답 포인트

(라)에서 실제로 OH^-가 생성된다는 사실만 보고 NH_3를 아레니우스 염기로 고르기 쉽다. 그러나 OH^-는 NH_3의 해리로 나온 것이 아니라 NH_3가 물의 양성자를 받아들이면서 생성된 것이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응식에서 H^+를 주고받으면 브뢴스테드-로우리 정의를, 전자쌍을 주고받으면 루이스 정의를 적용한다.
아레니우스 염기는 물에서 해리하여 OH^-를 내놓는지 확인한다.

암기 포인트

아레니우스는 물속 이온, 브뢴스테드-로우리는 양성자, 루이스는 전자쌍을 기준으로 구별한다. NH_3는 양성자를 받는 염기이다.

NoteBase

문 20. 다음 화학반응식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

(가) $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$
(나) $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$
(다) $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

① (가)에서 NH_3는 염기이다.
② (나)는 산화환원반응이다.
③ (다)에서 H의 산화수는 증가한다.
④ (가)에서 결합각은 NH_3가 NH_4^+보다 크다.

정답 4번

출제 포인트

산·염기의 정의, 산화수 변화에 따른 산화·환원, 전자쌍 반발에 따른 결합각을 종합하여 판단하는 문제이다.

핵심 개념

브뢴스테드·로우리 염기는 양성자 H^+를 받는 물질이다. 산화는 산화수가 증가하는 변화이고, 환원은 산화수가 감소하는 변화이다. 또한 비공유 전자쌍은 공유 전자쌍보다 더 강하게 반발하므로 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으면 결합각이 작아질 수 있다.

선지별 해설

① O — (가)에서 NH_3는 H_2O로부터 H^+를 받아 NH_4^+가 되므로 브뢴스테드·로우리 염기이다.
② O — (나)에서 Na의 산화수는 0에서 $+1$로 증가하고, Cl의 산화수는 0에서 -1로 감소한다. 산화와 환원이 동시에 일어나므로 산화환원반응이다.
③ O — (다)에서 H의 산화수는 H_2의 0에서 HCl의 $+1$로 증가한다. 따라서 수소는 산화된다.
④ X — 틀린 표현은 'NH_3가 NH_4^+보다 크다'이다. NH_3는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있어 결합각이 약 107°이고, 정사면체형인 NH_4^+의 결합각은 약 109.5°이다. 올바르게는 NH_3의 결합각이 NH_4^+보다 작다.

오답 포인트

NH_3와 NH_4^+ 모두 질소 주위에 네 개의 전자 영역이 있지만, NH_3에는 비공유 전자쌍이 하나 있다. 이 비공유 전자쌍의 더 강한 반발이 결합 전자쌍을 밀어 $H-N-H$ 결합각을 줄인다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

산·염기는 H^+의 이동 방향으로, 산화·환원은 반응 전후 산화수의 증감으로 판단한다. 결합각은 중심 원자의 비공유 전자쌍 유무를 먼저 확인하며, 전자 영역 수가 같다면 비공유 전자쌍이 있는 분자의 결합각이 더 작아진다.

NoteBase

암기 포인트

NH_3: 삼각뿔형 · 약 107 °, NH_4^+: 정사면체형 · 약 109.5 °이다.

NoteBase