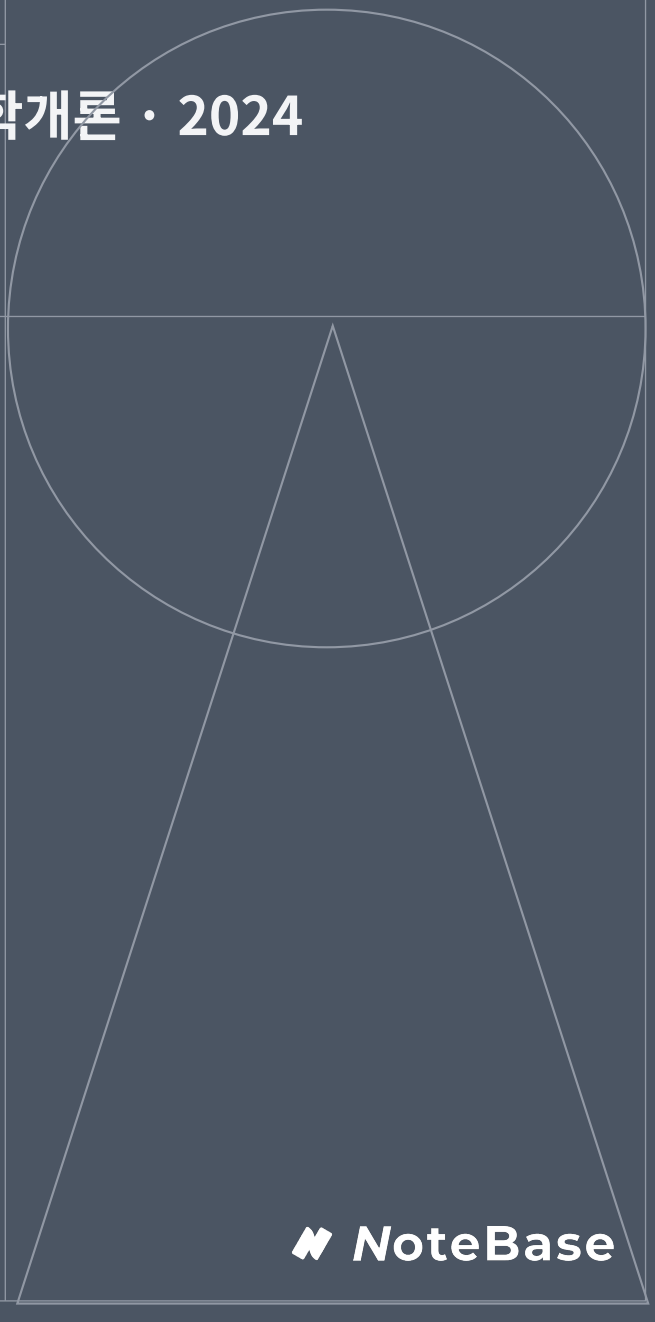
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2024

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2024

문 1. 열역학에 대한 내용으로 옳지 않은 것은? (단, H(엔탈피), S(엔트로피), G(Gibbs 자유 에너지)이다.)

① 화학 반응에서 ΔG의 값이 양이면 자발적 반응이다.

② Gibbs 자유 에너지의 변화는 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$와 같이 정의한다.

③ 열역학 제3법칙은 절대온도 0K에서 완전 결정성 순물질의 엔트로피가 0인 것으로 정의한다.

④ 자발적 반응의 경우 전체 엔트로피 값은 증가하는 방향으로 진행된다.

⑤ ΔH가 양이면 흡열반응, 음이면 발열반응이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Gibbs 자유 에너지, 엔탈피, 엔트로피, 열역학 제3법칙의 기본 정의와 자발성 판단 기준을 묻는 문제이다.

핵심 개념

엔탈피 H: 일정 압력에서 열의 출입과 관련되는 상태함수이며, $\Delta H > 0$이면 흡열, $\Delta H < 0$이면 발열이다.
엔트로피 S: 에너지 분산 또는 무질서도와 관련되는 상태함수이며, 고립계의 자발 과정에서는 전체 엔트로피가 증가한다.
Gibbs 자유 에너지 G: 일정 온도와 압력에서 반응의 자발성을 판단하는 상태함수이며, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$로 정의된다.
자발성 판단: 일정 온도와 압력에서 $\Delta G < 0$이면 자발적, $\Delta G = 0$이면 평형, $\Delta G > 0$이면 비자발적이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 "ΔG의 값이 양이면 자발적 반응"이다.
- 실제로는 일정 온도와 압력에서 $\Delta G < 0$이면 자발적 반응이고, $\Delta G > 0$이면 그 방향으로는 비자발적이다.
따라서 ①이 옳지 않다.

② O
- Gibbs 자유 에너지 변화는 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$로 정의된다. 여기서 T는 절대온도이다.

③ O
- 열역학 제3법칙은 절대온도 $0K$에서 완전 결정성 순물질의 엔트로피가 0이라고 정의한다.

④ O
- 자발적 과정은 우주의 엔트로피, 즉 계와 주위까지 포함한 전체 엔트로피가 증가하는 방향으로 진행된다. 고립계 기준의 열역학 제2법칙과 맞는 설명이다.

⑤ O
- $\Delta H > 0$이면 계가 열을 흡수하는 흡열반응이고, $\Delta H < 0$이면 계가 열을 방출하는 발열반응이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 ΔG의 부호와 자발성의 방향을 바꾸어 말한 ①이다. 에너지가 큰 양수이면 잘 일어날 것처럼 느껴질 수 있지만, Gibbs 자유 에너지는 감소하는 방향, 즉 $\Delta G < 0$일 때 자발성을 갖는다.

다시 나오면 이렇게 판단

열역학 자발성 문제에서는 먼저 조건이 일정 온도·압력인지 확인하고, 그 조건에서는 ΔG의 부호로 판단한다. $\Delta G < 0$은 자발, $\Delta G = 0$은 평형, $\Delta G > 0$은 비자발로 구분한다.

암기 포인트

ΔG는 음수이면 자발, ΔH는 양수이면 흡열이다. 제3법칙은 $0K$ 완전 결정 순물질의 엔트로피 0으로 기억한다.

NoteBase

문 2. 다음 반응에서 반응물과 생성물의 평형 농도는 $[N_2] = 2.0 \times 10^{-2}$M, $[H_2] = 1.0 \times 10^{-2}$M, $[NH_3] = 2.0 \times 10^{-2}$M이다. 이때의 평형상수는? (단, 온도는 일정하고, 이상기체이다.)

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

① 2.0×10^4
② 2.5×10^4
③ 3.0×10^4
④ 2.0×10^6
⑤ 2.5×10^6

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 반응식 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$의 계수에 맞추어 평형상수식 K_c를 세우고, 평형 농도를 대입해 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $[N_2] = 2.0 \times 10^{-2}M$, $[H_2] = 1.0 \times 10^{-2}M$, $[NH_3] = 2.0 \times 10^{-2}M$이다.
구해야 할 값: 반응 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$의 평형상수 K_c이다.
주의할 조건: 평형상수식의 지수는 반응계수와 같으므로 $[H_2]$는 세제곱, $[NH_3]$는 제곱으로 들어간다.

사용할 공식

$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$
이 공식을 쓰는 이유: 기체 반응의 평형상수는 생성물 농도를 분자에, 반응물 농도를 분모에 놓고 각 농도를 반응계수만큼 거듭제곱하여 나타내기 때문이다.

계산 과정

$K_c = \frac{(2.0 \times 10^{-2})^2}{(2.0 \times 10^{-2})(1.0 \times 10^{-2})^3}$
분자는 $(2.0 \times 10^{-2})^2 = 4.0 \times 10^{-4}$이다.
분모는 $(2.0 \times 10^{-2})(1.0 \times 10^{-2})^3 = (2.0 \times 10^{-2})(1.0 \times 10^{-6}) = 2.0 \times 10^{-8}$이다.
따라서 $K_c = \frac{4.0 \times 10^{-4}}{2.0 \times 10^{-8}} = 2.0 \times 10^4$이다.

NoteBase

선지 판단

① O - 계산 결과가 2.0×10^4이므로 옳다.
② X - 2.5×10^4가 아니라 2.0×10^4이다. 틀린 표현 2.5×10^4 → 올바르게는 2.0×10^4이다.
③ X - 3.0×10^4가 아니라 2.0×10^4이다. 틀린 표현 3.0×10^4 → 올바르게는 2.0×10^4이다.
④ X - 2.0×10^6은 지수가 두 자리 크게 나온 값이다. 틀린 표현 2.0×10^6 → 올바르게는 2.0×10^4이다.
⑤ X - 2.5×10^6은 계수와 지수를 모두 잘못 처리한 값이다. 틀린 표현 2.5×10^6 → 올바르게는 2.0×10^4이다.
계산 결과 2.0×10^4이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $[H_2]$를 세제곱하지 않거나, $[NH_3]$를 제곱하지 않고 단순히 농도끼리 곱셈·나눗셈을 하는 것이다. 특히 H_2 앞의 계수 3은 평형상수식에서 $[H_2]^3$으로 반영되어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형상수 계산형 문제는 먼저 생성물을 분자, 반응물을 분모에 배치하고, 각 물질의 계수를 농도의 지수로 바꾼 뒤 지수 계산을 검산한다.

암기 포인트

평형상수식은 계수를 지수로 바꾼다. $aA + bB \rightleftharpoons cC$이면 $K_c = \frac{[C]^c}{[A]^a[B]^b}$이다.

문 3. 방사성 동위원소인 ^{24}Na의 핵분열 반응에서 반감기는? (단, $\ln 2 = 0.69$, 핵분열 반응 상수는 $4.6 \times 10^{-2} h^{-1}$이다.)

① 10시간

② 15시간

③ 20시간

④ 25시간

⑤ 30시간

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 방사성 동위원소의 붕괴상수 λ와 반감기 $t_{1/2}$의 관계식을 이용해 반감기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\ln 2 = 0.69$, 붕괴상수 $\lambda = 4.6 \times 10^{-2} h^{-1}$
구해야 할 값: ^{24}Na의 반감기 $t_{1/2}$
주의할 조건: 붕괴상수의 단위가 h^{-1}이므로 반감기의 단위는 h, 즉 시간이다.

사용할 공식

$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
이 공식을 쓰는 이유: 방사성 붕괴는 1차 반응으로 다루며, 1차 반응의 반감기는 반응물의 양과 무관하게 $\ln 2$를 반응상수로 나눈 값이 된다.

계산 과정

1. 반감기 공식에 값을 대입한다.
$t_{1/2} = \frac{0.69}{4.6 \times 10^{-2}}$
2. $4.6 \times 10^{-2} = 0.046$이므로 나눗셈을 계산한다.
$t_{1/2} = \frac{0.69}{0.046} = 15$
3. 붕괴상수의 단위가 h^{-1}이므로 반감기의 단위는 h이다. 따라서 반감기는 15시간이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 15시간이므로 10시간은 틀리다. 틀린 표현은 "10시간"이고, 올바르게는 "15시간"이다.

② O
- $t_{1/2} = 0.69/(4.6 \times 10^{-2}) = 15$이고 단위는 시간이므로 15시간이 맞다.

③ X
- 계산 결과는 15시간이므로 20시간은 틀리다. 틀린 표현은 "20시간"이고, 올바르게는 "15시간"이다.

④ X
- 계산 결과는 15시간이므로 25시간은 틀리다. 틀린 표현은 "25시간"이고, 올바르게는 "15시간"이다.

⑤ X
- 계산 결과는 15시간이므로 30시간은 틀리다. 틀린 표현은 "30시간"이고, 올바르게는 "15시간"이다.

계산 결과 15시간이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 4.6×10^{-2}를 0.046으로 바꾼 뒤 나누는 과정이다. 0.69를 0.046으로 나누어야 하며, 4.6만으로 나누거나 10^{-2} 처리를 빠뜨리면 선택지의 다른 시간값으로 흔들릴 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

방사성 붕괴 반감기 문제는 먼저 1차 반응식 $t_{1/2} = \ln 2/\lambda$를 떠올리고, 주어진 λ의 지수와 단위를 확인한 뒤 계산값의 단위가 시간인지 검산한다.

암기 포인트

방사성 붕괴의 반감기는 $t_{1/2} = 0.693/\lambda$이고, λ가 h^{-1}이면 답의 단위는 h이다.

NoteBase

문 4. 암모니아 분자 3.01×10^{23}개가 있다. 이때 수소 원자의 개수는?

① $1.0 \times 6.02 \times 10^{23}$개
② $1.5 \times 6.02 \times 10^{23}$개
③ $2.0 \times 6.02 \times 10^{23}$개
④ $2.5 \times 6.02 \times 10^{23}$개
⑤ $3.0 \times 6.02 \times 10^{23}$개

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 암모니아 NH_3 한 분자에 수소 원자가 3개 들어 있다는 조성비를 이용해 전체 수소 원자 수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 암모니아 분자 수는 3.01×10^{23}개이다.
구해야 할 값: 그 안에 들어 있는 수소 원자의 개수이다.
주의할 조건: NH_3 1분자에는 질소 원자 1개와 수소 원자 3개가 있으므로, 수소 원자 수는 분자 수의 3배이다.

사용할 공식

수소 원자 수 = 암모니아 분자 수 $\times$ 3
이 공식을 쓰는 이유: 분자식 NH_3의 아래첨자 3은 암모니아 1분자 속 수소 원자의 개수를 뜻하기 때문이다.

계산 과정

1. 암모니아 1분자에는 수소 원자 3개가 있다.
2. 따라서 수소 원자 수는 $3.01 \times 10^{23} \times 3$이다.
3. 계산하면 9.03×10^{23}개이다.
4. 보기 형태로 바꾸면 $1.5 \times 6.02 \times 10^{23} = 9.03 \times 10^{23}$이므로 2번과 일치한다.

NoteBase

선지 판단

① X

- $1.0 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{23}$개이므로 계산 결과 9.03×10^{23}개보다 작다. 틀린 표현은 1.0배이고, 올바르게는 1.5배이다.

② O

- $1.5 \times 6.02 \times 10^{23} = 9.03 \times 10^{23}$개이므로 계산 결과와 같다.

③ X

- $2.0 \times 6.02 \times 10^{23} = 12.04 \times 10^{23}$개이므로 계산 결과보다 크다. 틀린 표현은 2.0배이고, 올바르게는 1.5배이다.

④ X

- $2.5 \times 6.02 \times 10^{23} = 15.05 \times 10^{23}$개이므로 계산 결과보다 크다. 틀린 표현은 2.5배이고, 올바르게는 1.5배이다.

⑤ X

- $3.0 \times 6.02 \times 10^{23} = 18.06 \times 10^{23}$개이므로 계산 결과보다 크다. 틀린 표현은 3.0배이고, 올바르게는 1.5배이다.

계산 결과가 $1.5 \times 6.02 \times 10^{23}$개이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 3.01×10^{23}을 아보가드로 수 6.02×10^{23}의 절반으로 보고 끝내는 것이 아니라, 여기에 NH_3의 수소 원자 3개를 다시 곱해야 한다는 점이다. 암모니아 분자 수와 수소 원자 수를 같은 값으로 보면 ①을 고르기 쉽고, 아래첨자 3만 보고 아보가드로 수의 3배로 착각하면 ⑤를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자 수에서 특정 원자 수를 구하는 문제는 분자식의 아래첨자를 먼저 확인하고, 전체 분자 수에 해당 원자의 아래첨자를 곱해 판단한다. 그다음 보기의 6.02×10^{23} 기준 배수로 바꾸어 비교한다.

암기 포인트

NH_3 1분자에는 수소가 3개이다. 따라서 암모니아 분자 수 n개가 있으면 수소 원자 수는 $3n$개이다.

NoteBase

문 5. 25 wt% 황산(H_2SO_4) 수용액 196g을 물에 희석하여 수용액 0.50L를 만들었다. 이 수용액의 몰농도는? (단, wt%는 질량 백분율이며, H, O, S의 원자량은 각각 1, 16, 32이다.)

① 0.25M

② 0.50M

③ 0.75M

④ 1.0M

⑤ 1.25M

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 질량 백분율로부터 용질의 질량을 구한 뒤, 몰수와 용액 부피를 이용해 몰농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 25 wt% 황산 수용액 196 g, 최종 용액 부피 0.50 L, 황산 H_2SO_4의 원자량 합은
$2 \times 1 + 32 + 4 \times 16 = 98$이다.
구해야 할 값: 황산 수용액의 몰농도 M이다.
주의할 조건: 25 wt%는 전체 수용액 196 g 중 황산의 질량이 25%라는 뜻이지, 황산 196 g이라는 뜻이 아니다.

사용할 공식

질량 백분율은 용질의 질량용액의 질량×100이다.
몰수는 $n = \frac{m}{M_r}$이고, 몰농도는 $C = \frac{n}{V}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 wt%와 용액 질량이 주어졌으므로 먼저 황산의 질량을 구하고, 최종 부피가 L 단위로 주어졌으므로 몰농도 공식에 바로 대입할 수 있다.

계산 과정

1. 황산의 질량은 $196g \times 0.25 = 49g$이다.
2. 황산 H_2SO_4의 몰질량은 $98g/mol$이므로 몰수는 $\frac{49g}{98g/mol} = 0.50mol$이다.
3. 최종 용액 부피가 $0.50L$이므로 몰농도는 $\frac{0.50mol}{0.50L} = 1.0M$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 0.25 M은 계산 결과 1.0 M과 다르다. 틀린 표현은 0.25 M이고, 올바르게는 1.0 M이다. wt%의 25%를 몰농도 0.25 M처럼 그대로 읽으면 생길 수 있는 오답이다.

② X
- 0.50 M은 계산 결과 1.0 M과 다르다. 틀린 표현은 0.50 M이고, 올바르게는 1.0 M이다. 황산의 몰수 0.50 mol을 구한 뒤 용액 부피 0.50 L로 나누지 않으면 나오는 오답이다.

③ X
- 0.75 M은 계산 결과 1.0 M과 다르다. 틀린 표현은 0.75 M이고, 올바르게는 1.0 M이다. 이 문항의 주어진 질량, 몰질량, 부피를 정확히 적용하면 0.75 M이 되는 단계가 없다.

④ O
- 황산 질량은 49 g, 몰수는 0.50 mol이고, 이를 0.50 L로 나누면 1.0 M이므로 맞는 선지이다.

⑤ X
- 1.25 M은 계산 결과 1.0 M과 다르다. 틀린 표현은 1.25 M이고, 올바르게는 1.0 M이다. 용질 질량 또는 최종 부피를 잘못 적용한 값이다.

계산 결과 1.0 M이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 25 wt%를 몰농도처럼 바로 쓰거나, 황산의 몰수 0.50 mol을 최종 부피 0.50 L로 나누는 단계를 빠뜨리는 것이다. wt%는 질량 백분율이고, 몰농도는 용액 1 L당 용질의 몰수이므로 두 단위를 반드시 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량 백분율이 주어지면 용질 질량을 먼저 구하고, 몰질량으로 몰수를 구한 뒤, 최종 용액 부피 L로 나누어 몰농도를 판단한다.

암기 포인트

wt%는 질량, M은 몰수/부피이다. 질량 백분율 문제는 질량 → 몰수 → 몰농도 순서로 계산한다.

NoteBase

문 6. $27^\circ C$**, 1기압에서** $8.2L$**의 실린더에 기체를 넣은 후 냉각하였더니 기체의 부피가** $4.1L$**로 변하였다. 이때의 온도(K)는? (단, 압력은 일정하고, 이상기체이며,** $0K$**는** $-273^\circ C$**이다.)**

① 75K

② 150K

③ 300K

④ 450K

⑤ 600K

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 압력이 일정한 이상기체에서 부피와 절대온도의 비례 관계를 이용해 냉각 후 온도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 온도는 $27^\circ C$, 처음 부피는 $8.2L$, 나중 부피는 $4.1L$이다.
구해야 할 값: 냉각 후 기체의 온도 T_2이다.
주의할 조건: 압력이 일정하므로 샤를 법칙을 쓰며, 온도는 반드시 섭씨온도가 아니라 절대온도 K로 계산한다.

사용할 공식

압력이 일정한 이상기체에서는 $V \propto T$이므로 다음 관계가 성립한다.
$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 압력이 일정하다고 했고, 이상기체의 부피 변화에 따른 온도를 묻고 있기 때문이다.

계산 과정

1. 처음 온도를 절대온도로 바꾼다. $0K$는 $-273^\circ C$이므로 $27^\circ C$는 $27 + 273 = 300K$이다.
2. 부피 변화를 확인한다. $8.2L$에서 $4.1L$로 줄었으므로 부피는 처음의 $\frac{1}{2}$이다.
3. 압력이 일정하면 V와 T가 비례하므로 온도도 처음의 $\frac{1}{2}$이 된다.

$T_2 = 300K \times \frac{4.1}{8.2} = 150K$
따라서 냉각 후 온도는 $150K$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- $75K$는 계산 결과인 $150K$와 다르다. 틀린 표현은 $75K$이고, 올바르게는 $150K$이다.

② O

- $27^\circ C = 300K$이고 부피가 절반으로 줄었으므로 절대온도도 절반인 $150K$가 된다.

③ X

- $300K$는 냉각 전 처음 온도이다. 틀린 표현은 $300K$이고, 올바르게는 냉각 후 온도 $150K$이다.

④ X

- $450K$는 처음 온도보다 커진 값인데, 부피가 감소했으므로 압력 일정 조건에서는 온도도 감소해야 한다. 틀린 표현은 $450K$이고, 올바르게는 $150K$이다.

⑤ X

- $600K$는 처음 온도의 두 배이므로 부피가 두 배로 증가할 때의 방향에 해당한다. 이 문제에서는 부피가 절반으로 감소하므로 틀린 표현은 $600K$이고, 올바르게는 $150K$이다.

계산 결과가 $150K$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 섭씨온도 $27^\circ C$를 그대로 비례식에 넣는 실수이다. 기체 법칙에서 온도 비례 관계를 사용할 때는 반드시 절대온도 K로 바꿔야 하며, $27^\circ C$는 $300K$이다. 또한 부피가 절반으로 줄었으므로 온도도 증가가 아니라 절반으로 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압력 일정 조건이 보이면 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$를 적용한다. 먼저 섭씨온도를 K로 바꾸고, 부피가 몇 배가 되었는지 확인한 뒤 절대온도에 같은 비율을 곱해 판단한다.

암기 포인트

압력 일정: 부피와 절대온도는 비례한다. ℃는 바로 쓰지 않고 $K = ℃ + 273$으로 바꾼다.

NoteBase

문 7. 다음 화학물질의 화학명은?

$HClO_3$

① Hypochlorous acid
② Chlorous acid
③ Chloric acid
④ Perchlorous acid
⑤ Perchloric acid

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 염소의 산소산 $HClO_n$에서 산소 원자 수에 따라 붙는 이름을 묻는 문제이다.

핵심 개념

염소 산소산은 산소가 많아질수록 hypochlorous acid $HClO$, chlorous acid $HClO_2$, chloric acid $HClO_3$, perchloric acid $HClO_4$ 순서로 이름이 붙는다.
$HClO_3$는 산소가 3개인 염소 산소산이므로 chloric acid이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- Hypochlorous acid는 $HClO$의 화학명이다. 틀린 표현은 "Hypochlorous acid"이며, $HClO_3$는 chloric acid이다.

② X
- Chlorous acid는 $HClO_2$의 화학명이다. 틀린 표현은 "Chlorous acid"이며, 산소가 3개인 $HClO_3$는 chloric acid이다.

③ O
- Chloric acid는 $HClO_3$의 화학명이다. 염소 산소산에서 산소가 3개이면 접미사 -ic을 사용한다.

④ X
- Perchlorous acid는 $HClO_3$의 표준 화학명이 아니다. 틀린 표현은 "Perchlorous acid"이며, $HClO_3$는 chloric acid이다.

⑤ X
- Perchloric acid는 $HClO_4$의 화학명이다. 틀린 표현은 "Perchloric acid"이며, $HClO_3$는 chloric acid이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 chlorous와 chloric, perchloric의 구별이다. 특히 산소 3개인 $HClO_3$를 산소 2개인 chlorous acid 또는 산소 4개인 perchloric acid와 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

염소 산소산은 산소 개수를 먼저 센 뒤, $HClO$는 hypo- -ous, $HClO_2$는 -ous, $HClO_3$는 -ic, $HClO_4$는 per- -ic으로 대응시킨다.

암기 포인트

염소 산소산 이름은 산소 1개 hypo, 2개 -ous, 3개 -ic, 4개 per-로 정리된다.

NoteBase

문 8. 늪에서 발생하는 미지 기체를 유리 용기에 수집해서 300K, 1기압에서 밀도를 측정하여 $\frac{2}{3}$g/L 임을 알아냈다. 이 기체의 몰질량(g/mol)은? (단, 미지 기체는 단일 물질, 이상기체이며, 기체상수 $R = 0.08(\mathrm{L}\cdot\mathrm{atm})/(\mathrm{K}\cdot\mathrm{mol})$이다.)

① 2

② 4

③ 12

④ 16

⑤ 28

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상기체식 $PV = nRT$와 밀도 $d = m/V$의 관계를 이용해 단일 이상기체의 몰질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 온도 $T = 300K$, 압력 $P = 1atm$, 밀도 $d = \frac{2}{3}g/L$, 기체상수 $R = 0.08L\cdot atm/(K\cdot mol)$이다.
구해야 할 값: 몰질량 $M(g/mol)$이다.
주의할 조건: 미지 기체는 단일 물질이고 이상기체이므로 이상기체식에 밀도와 몰질량의 관계를 결합할 수 있다.

사용할 공식

이상기체식은 $PV = nRT$이다. 몰수는 $n = m/M$, 밀도는 $d = m/V$이므로 정리하면
$PV = \frac{m}{M}RT$
$P = \frac{m}{V}\cdot\frac{RT}{M} = \frac{dRT}{M}$
$M = \frac{dRT}{P}$
가 된다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 압력, 온도, 밀도, 기체상수가 주어지고 몰질량을 묻기 때문이다.

계산 과정

$M = \frac{dRT}{P}$
$M = \frac{(\frac{2}{3}g/L)(0.08L\cdot atm/(K\cdot mol))(300K)}{1atm}$
$0.08 \times 300 = 24$
$M = \frac{2}{3} \times 24 = 16g/mol$
따라서 이 기체의 몰질량은 $16g/mol$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 계산 결과는 $16 g/mol$이므로 2는 틀리다. 틀린 표현 2 → 올바르게는 16이다.

② X
- $M = dRT/P$에 값을 대입하면 $\frac{2}{3} \times 24 = 16$이므로 4는 틀리다. 틀린 표현 4 → 올바르게는 16이다.

③ X
- $0.08 \times 300 = 24$를 구한 뒤 밀도 $\frac{2}{3}$을 곱해야 하므로 12는 틀리다. 틀린 표현 12 → 올바르게는 16이다.

④ O
- $M = \frac{dRT}{P} = \frac{2}{3} \times 0.08 \times 300 = 16 g/mol$이므로 옳다.

⑤ X
- 계산 결과는 $16 g/mol$이고 28이 아니다. 틀린 표현 28 → 올바르게는 16이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 밀도와 몰질량의 관계를 반대로 쓰는 것이다. 이상기체에서 $d = PM/RT$이므로 몰질량은 $M = dRT/P$이다. RT를 분모에 두거나 밀도 $\frac{2}{3}$을 누락하면 보기의 다른 수치로 흔들릴 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

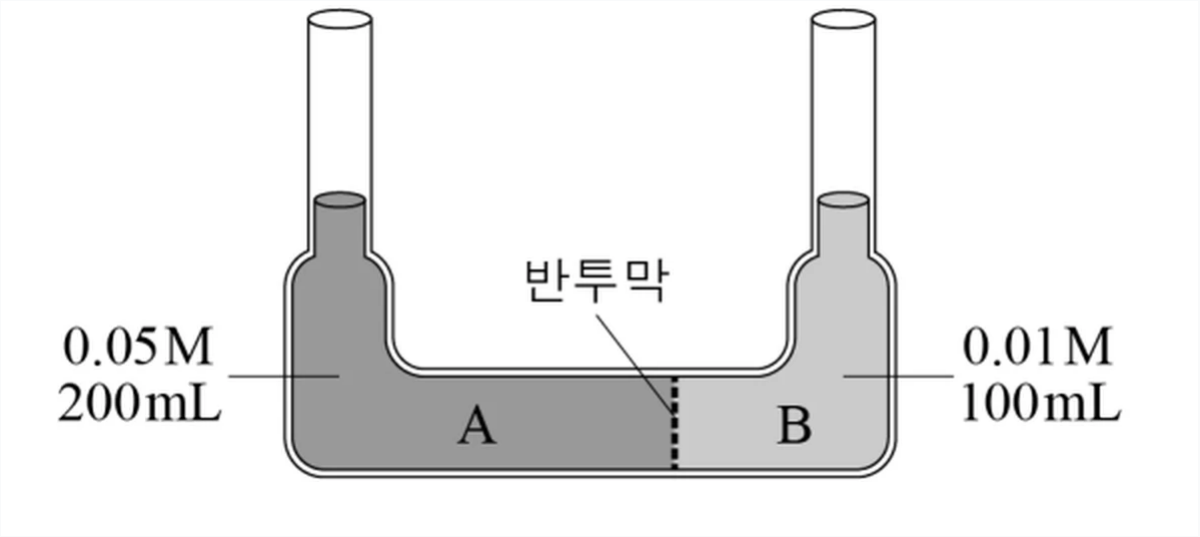
밀도, 압력, 온도, 몰질량이 함께 나오면 먼저 $d = PM/RT$를 떠올리고, 구하는 값이 몰질량이면 $M = dRT/P$로 정리한다. 그다음 g/L, $L \cdot atm/(K \cdot mol)$, K, atm 단위가 소거되어 g/mol이 남는지 확인한다.

암기 포인트

이상기체의 밀도 공식은 $d = PM/RT$이고, 몰질량을 구할 때는 $M = dRT/P$이다.

NoteBase

문 9. 다음은 반투막을 경계로 농도가 서로 다른 포도당 수용액을 넣은 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 용액은 이상용액이며, 온도에 따른 용액의 전체 부피 변화는 무시한다.)



<보기>

ㄱ. 용매는 B에서 A 쪽으로 이동한다.

ㄴ. A와 B를 같은 온도로 가열하면 유리관 수면의 높이 차이는 증가한다.

ㄷ. B에 0.01M 포도당 수용액 대신 0.005M 포도당 수용액을 넣으면 유리관 수면의 높이 차이는 증가한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 반투막을 사이에 둔 포도당 수용액에서 삼투 방향과 삼투압 차이를 $\pi = iMRT$로 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A는 $0.05M$, $200mL$이고 B는 $0.01M$, $100mL$이다.
구해야 할 값: 용매 이동 방향과 유리관 수면 높이 차이의 증감이다.
주의할 조건: 포도당은 이상용액의 비전해질이므로 반트호프 인자 $i = 1$로 둔다. 삼투압은 용액의 전체 양보다 몰농도와 온도에 직접 비례한다.

NoteBase

사용할 공식

삼투압 공식은 $\pi = iMRT$이다.

이 공식을 쓰는 이유: 반투막은 용매는 통과시키지만 포도당은 통과시키지 못하므로, 두 용액의 삼투압 차이가 용매 이동과 수면 높이 차이를 결정한다.

계산 과정

1. A의 삼투압은 $\pi_A = 1 \times 0.05RT = 0.05RT$이다.
2. B의 삼투압은 $\pi_B = 1 \times 0.01RT = 0.01RT$이다.
3. 처음 삼투압 차이는 $\Delta\pi = (0.05 - 0.01)RT = 0.04RT$이다.
4. B를 $0.005M$ 포도당 수용액으로 바꾸면 삼투압 차이는 $(0.05 - 0.005)RT = 0.045RT$가 되어 처음보다 커진다.

선지 판단

① X
ㄱ만 옳다는 선택지이다. ㄱ은 옳지만 ㄴ과 ㄷ도 옳으므로 틀리다. 틀린 표현은 "ㄱ만"이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두"이다.

② X
ㄷ만 옳다는 선택지이다. ㄷ은 옳지만 ㄱ과 ㄴ도 옳으므로 틀리다. 틀린 표현은 "ㄷ만"이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두"이다.

③ X
ㄱ, ㄴ만 옳다는 선택지이다. ㄱ은 농도가 낮은 B에서 농도가 높은 A 쪽으로 용매가 이동하므로 옳고, ㄴ은 $\Delta\pi = 0.04RT$에서 T가 커지면 수면 높이 차이가 커지므로 옳다. 그러나 ㄷ도 옳으므로 이 선택지는 틀리다. 틀린 표현은 "ㄱ, ㄴ"이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄴ, ㄷ"이다.

④ X
ㄴ, ㄷ만 옳다는 선택지이다. ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳다. 틀린 표현은 "ㄴ, ㄷ"이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄴ, ㄷ"이다.

⑤ O
ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두 옳다는 선택지이다. ㄱ은 용매가 낮은 농도의 B에서 높은 농도의 A로 이동하므로 옳다. ㄴ은 같은 온도로 가열하면 삼투압 차이 $\Delta\pi = iR\Delta MT$가 온도에 비례하여 증가하므로 수면 높이 차이가 증가해 옳다. ㄷ은 B의 농도를 $0.01M$에서 $0.005M$로 낮추면 A와 B의 농도 차가 $0.04M$에서 $0.045M$로 커지므로 수면 높이 차이가 증가해 옳다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 용액의 부피 $200mL$, $100mL$에 끌려 전체 몰수를 비교하게 만드는 것이다. 삼투압은 이 문항 조건에서 몰수 자체가 아니라 몰농도 M와 온도 T로 비교한다. 또 용매 이동 방향은 용질이 많은 쪽에서 적은 쪽이 아니라, 용매가 낮은 농도 용액에서 높은 농도 용액으로 이동한다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반투막 문제는 먼저 통과 가능한 물질이 용매인지 확인하고, 용매 이동은 낮은 용질 농도에서 높은 용질 농도 방향으로 판단한다. 수면 높이 차이는 삼투압 차이 $\Delta\pi = iRT\Delta M$가 커지는지 작아지는지로 판단한다.

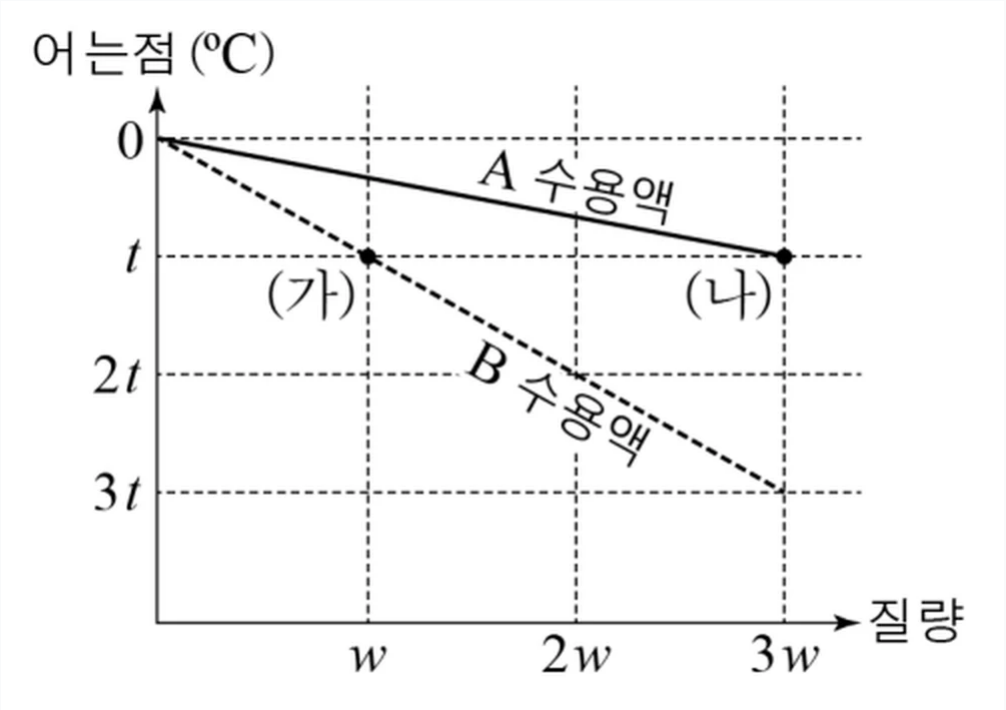
암기 포인트

포도당 수용액의 삼투압은 $\pi = MRT$이고, 농도 차와 온도가 커지면 삼투압 차이와 수면 높이 차이도 커진다.

NoteBase

문 10. 다음은 일정량의 물에 비휘발성이며 비전해질인 용질 A와 B를 녹인 수용액의 어는점을 용질의 질량에 따라 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 용액은 이상용액이다.)



<보 기>

ㄱ. 분자량은 A가 B의 3배이다.

ㄴ. (가)와 (나)에서 수용액의 몰랄 농도는 같다.

ㄷ. 일정 온도에서 퍼센트 농도가 같으면 증기 압력은 A 수용액이 B 수용액보다 크다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 비휘발성·비전해질 용질의 어는점 내림 $\Delta T_f = K_f m$과 라울 법칙을 이용해 몰질량, 몰랄 농도, 증기 압력을 비교하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

일정량의 물이므로 용매의 질량과 K_f는 A 수용액과 B 수용액에서 같다.
그래프에서 A 수용액은 용질 질량 $3w$일 때 어는점 내림이 t이고, B 수용액은 용질 질량 w일 때 어는점 내림이 t이다.
따라서 A의 기울기는 $t/(3w)$, B의 기울기는 t/w이다.

사용할 공식

어는점 내림은 $\Delta T_f = K_f m = K_f \frac{n_{solute}}{kg_{solvent}}$이다.
용질 질량이 x, 몰질량이 M이면 $n_{solute} = x/M$이므로, 물의 양이 일정할 때 그래프의 기울기는 $1/M$에 비례한다.
비휘발성 용질 수용액의 증기 압력은 용매의 몰분율이 클수록 크다.

계산 과정

1. 기울기 비교: $s_A = t/(3w)$, $s_B = t/w$이므로 $s_B = 3s_A$이다.
2. 기울기는 몰질량에 반비례하므로 $s_B/s_A = M_A/M_B = 3$이다. 따라서 $M_A = 3M_B$이다.
3. (가)는 B w에 해당하고 (나)는 A $3w$에 해당한다. $M_A = 3M_B$이므로 (나)의 A 몰수는 $3w/M_A = 3w/(3M_B) = w/M_B$이고, (가)의 B 몰수 w/M_B와 같다. 용매의 질량도 같으므로 몰랄 농도도 같다.
4. 같은 질량 퍼센트 농도에서는 용질 질량과 물 질량의 비가 같다. 그런데 A의 몰질량이 B보다 3배 크므로 같은 질량의 용질을 넣으면 A의 용질 몰수가 B보다 작다. 따라서 A 수용액의 용매 몰분율이 더 크고 증기 압력도 더 크다.

선지 판단

① ㄱ: 일부만 옳다. ㄱ은 O이다. 그래프 기울기 s_B가 s_A의 3배이고, 기울기는 몰질량에 반비례하므로 $M_A = 3M_B$이다. 그러나 ㄴ과 ㄷ도 옳으므로 ①은 정답이 아니다. 틀린 표현은 'ㄱ만'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
② ㄷ: 일부만 옳다. ㄷ은 O이다. 같은 퍼센트 농도에서 A는 B보다 몰질량이 커서 용질 입자 수가 적고 용매 몰분율이 더 크므로 증기 압력이 더 크다. 그러나 ㄱ과 ㄴ도 옳으므로 ②는 정답이 아니다. 틀린 표현은 'ㄷ만'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
③ ㄱ, ㄴ: 일부만 옳다. ㄱ은 O이고 ㄴ도 O이다. (가)와 (나)는 어는점 내림이 모두 t이며 같은 용매이므로 몰랄 농도가 같다. 그러나 ㄷ도 옳으므로 ③은 정답이 아니다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ만'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
④ ㄴ, ㄷ: 일부만 옳다. ㄴ은 O이고 ㄷ도 O이다. (가)와 (나)의 어는점 내림이 같아 몰랄 농도가 같고, 같은 퍼센트 농도에서는 A 수용액의 용매 몰분율이 더 커 증기 압력이 더 크다. 그러나 ㄱ도 옳으므로 ④는 정답이 아니다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ만'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ: O이다. ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳으므로 정답이다.

NoteBase

오답 포인트

그래프의 세로축은 어는점이지만 실제 비교는 0도에서 얼마나 내려갔는지, 즉 어는점 내림 ΔT_f의 크기이다. 기울기가 클수록 같은 질량에서 용질 입자 수가 많다는 뜻이므로 몰질량은 더 작다. 또한 퍼센트 농도는 질량 기준이고, 증기 압력 내림은 입자 수와 용매 몰분율 기준이라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

어는점 내림 그래프에서 용매의 양이 일정하면 기울기와 몰질량은 반비례한다고 판단한다. 같은 ΔT_f이면 몰랄 농도도 같고, 같은 질량 퍼센트 농도에서 몰질량이 큰 용질은 입자 수가 적어 용매 몰분율과 증기 압력이 더 크다고 판단한다.

암기 포인트

어는점 내림 기울기 $\propto 1/M$, 같은 어는점 내림 $\Rightarrow$ 같은 몰랄 농도, 같은 질량 퍼센트에서는 몰질량이 큰 용질일수록 증기 압력이 더 크다.

NoteBase

문 11. 다음은 3주기 원소 $X \sim Z$의 순차 이온화 에너지를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $X \sim Z$는 임의의 원소 기호이다.)

원소	순차 이온화 에너지(kJ/mol)			
	E_1	E_2	E_3	E_4
X	496	4,562	6,912	9,543
Y	578	?	2,745	11,577
Z	738	1,451	7,733	10,540

<보 기>

ㄱ. X와 Z의 홀전자 수는 같다.

ㄴ. $E_2 - E_1$은 Y가 Z보다 크다.

ㄷ. 바닥 상태의 이온 반지름은 X가 Y보다 크다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 순차 이온화 에너지 표에서 큰 증가가 나타나는 위치를 읽고, 3주기 원소의 원자가 전자 수와 이온 반지름을 연결하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 순차 이온화 에너지의 단위가 *kJ/mol*임을 확인한다.
2. 각 원소에서 어느 단계 사이에 값이 크게 뛰는지 찾는다.
3. 큰 증가가 나타나기 전까지 제거된 전자 수를 원자가 전자 수로 판단한다.
4. 3주기에서 원자가 전자 수가 1, 2, 3인 원소를 각각 Na, Mg, Al에 대응시켜 보기를 판단한다.

NoteBase

핵심 근거

X는 $E_1 = 496$에서 $E_2 = 4,562$로 크게 증가하므로 원자가 전자가 1개인 3주기 원소, 즉 Na에 해당한다.
Z는 $E_2 = 1,451$에서 $E_3 = 7,733$으로 크게 증가하므로 원자가 전자가 2개인 3주기 원소, 즉 Mg에 해당한다.
Y는 $E_3 = 2,745$에서 $E_4 = 11,577$로 크게 증가하므로 원자가 전자가 3개인 3주기 원소, 즉 Al에 해당한다.
표에서 Y의 E_2만 '?'로 가려져 있는데, 원소가 Al로 확정되면 그 값은 Al의 실제 두 번째 이온화 에너지인 약 1,817로 정해진다. 이때 $E_1 < E_2 < E_3$이라는 순차 이온화 에너지의 증가 관계와도 어긋나지 않는다.

선지별 해설

① ㄱ만: X
- ㄱ은 틀리다. X는 Na에 해당하므로 바닥 상태 전자 배치가 $[Ne]3s^1$이고 홀전자가 1개이다. Z는 Mg에 해당하므로 $[Ne]3s^2$이고 홀전자가 0개이다. 틀린 표현은 'X와 Z의 홀전자 수는 같다'이며, 올바르게는 'X와 Z의 홀전자 수는 다르다'이다.

② ㄴ만: X
- ㄴ은 옳지만, ㄷ도 옳으므로 ㄴ만 고른 ②는 정답 조합이 아니다. Y는 Al에 해당하고 $E_2 - E_1$은 Z의 $1,451 - 738 = 713$보다 크다. 틀린 표현은 'ㄴ만'이며, 올바르게는 'ㄴ과 ㄷ이 옳다'이다.

③ ㄱ, ㄷ: X
- ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리다. X(Na)는 홀전자 1개, Z(Mg)는 홀전자 0개이므로 홀전자 수가 같지 않다. 틀린 표현은 'ㄱ을 포함한 것'이며, 올바르게는 'ㄱ을 제외하고 ㄷ을 포함한다'이다.

④ ㄴ, ㄷ: O
- ㄴ: Y는 원자가 전자가 3개인 Al이다. Al의 E_1은 $3p$ 오비탈의 전자를 떼어내는 값이고 E_2는 그보다 안정한 $3s$ 오비탈의 전자를 떼어내는 값이므로, 떼어내는 오비탈이 바뀌면서 값이 크게 뛴다. Y의 E_2는 표에 '?'로 가려져 있으나 Al의 실제 값인 약 1,817이므로 $E_2 - E_1 = 1,817 - 578 = 1,239$이다. 반면 Z(Mg)는 E_1과 E_2 모두 같은 $3s$ 오비탈에서 전자를 떼어내므로 증가 폭이 작아 $E_2 - E_1 = 1,451 - 738 = 713$이다. 1,239가 713보다 크므로 ㄴ은 옳다.
- ㄷ: X는 Na, Y는 Al에 해당한다. 바닥 상태에서 이온이 되면 Na는 주로 Na^+, Al은 Al^{3+}가 되며 둘 다 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다. 등전자 이온에서는 핵전하가 작은 Na^+가 Al^{3+}보다 반지름이 크므로 ㄷ은 옳다.

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ: X
- ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리다. X(Na)와 Z(Mg)는 모두 3주기 원소라도 바닥 상태 전자 배치가 각각 $[Ne]3s^1$, $[Ne]3s^2$이므로 홀전자 수가 같지 않다. 틀린 표현은 'ㄱ을 포함한 것'이며, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ만 옳다'이다.

NoteBase

오답 포인트

ㄱ의 '홀전자 수'를 '속전자 수'나 '전자껍질 수'처럼 잘못 읽기 쉽다. 큰 증가 위치로 X=Na, Z=Mg를 찾은 뒤에는 바닥 상태 전자 배치에서 짝지어지지 않은 전자 수를 따로 세어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

순차 이온화 에너지에서 갑자기 커지는 구간을 먼저 찾는다. E_n 다음에 큰 증가가 나타나면 원자가 전자 수는 n 개이다. 홀전자 수는 중성 원자의 바닥 상태 전자 배치에서 세고, 같은 전자 배치를 가진 이온끼리는 핵전하가 클수록 반지름이 작아진다.

암기 포인트

3주기에서 큰 증가 위치는 Na가 E_1 뒤, Mg가 E_2 뒤, Al이 E_3 뒤이다. Na의 홀전자는 1개, Mg의 홀전자는 0개이고, 등전자 이온은 핵전하가 작을수록 더 크다.

NoteBase

문 12. 다음은 실험식이 $C_xH_yO_z$인 화합물 A의 원소 분석 실험이다. $\frac{x+y}{z}$는? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

[실험 과정]

• 화합물 A 142 mg과 포도당($C_6H_{12}O_6$) 60 mg이 혼합된 시료에 충분한 양의 산소를 공급하면서 모두 완전 연소시킨다.

• 생성된 H_2O와 CO_2의 질량을 구한다.

[실험 결과]

구 분	H_2O	CO_2
질량(mg)	162	440

① 8

② 9

③ 10

④ 11

⑤ 12

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 연소 생성물의 질량에서 탄소와 수소의 몰수를 구하고, 함께 연소된 포도당의 기여량을 빼서 화합물 A의 실험식을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 화합물 A 142 mg, 포도당 $C_6H_{12}O_6$ 60 mg, 생성된 H_2O 162 mg, 생성된 CO_2 440 mg이다.
구해야 할 값: 화합물 A가 $C_xH_yO_z$일 때 $(x+y)/z$이다.
주의할 조건: 생성물은 화합물 A와 포도당이 함께 만든 전체량이므로, 포도당이 만든 C와 H를 먼저 빼야 한다.

사용할 공식

$n(CO_2) = n(C), \quad n(H_2O) \times 2 = n(H)$

m(O)=m(시료)-m(C)-m(H)

이 공식을 쓰는 이유: 완전 연소에서는 시료 속 탄소가 모두 CO_2로, 수소가 모두 H_2O로 바뀌므로 생성물의 몰수에서 원소별 몰수를 역산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 연소 생성물에서 원소 몰수를 구한다.
$n(CO_2) = 440/44 = 10mmol$
따라서 전체 탄소는 $10mmol$이다.
$n(H_2O) = 162/18 = 9mmol$
따라서 전체 수소는 $18mmol$이다.

2. 포도당 60 mg의 몰수와 기여량을 구한다.
포도당의 몰질량은 $180mg/mmol$이므로
$n(C_6H_{12}O_6) = 60/180 = 1/3mmol$
포도당이 제공한 탄소는 $6 \times 1/3 = 2mmol$, 수소는 $12 \times 1/3 = 4mmol$이다.

3. 화합물 A가 제공한 탄소와 수소를 구한다.
$C : 10 - 2 = 8mmol$
$H : 18 - 4 = 14mmol$

4. 화합물 A 속 산소를 질량 차이로 구한다.
화합물 A 속 탄소 질량은 $8 \times 12 = 96mg$, 수소 질량은 $14 \times 1 = 14mg$이다.
따라서 산소 질량은 $142 - 96 - 14 = 32mg$이고,
$n(O) = 32/16 = 2mmol$

5. 화합물 A의 원자수비는 $C : H : O = 8 : 14 : 2$이므로 $C_xH_yO_z = C_8H_{14}O_2$이다.
$(x + y)/z = (8 + 14)/2 = 11$

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과 $(x+y)/z = 11$이므로 8은 맞지 않는다. 틀린 표현 8은 올바르게는 11이다.

② X
- 포도당이 만든 CO_2와 H_2O를 제외한 뒤 화합물 A만의 원자수비를 잡아야 하므로 9가 아니다. 틀린 표현 9는 올바르게는 11이다.

③ X
- 화합물 A의 산소 몰수는 질량 차이 $142 - 96 - 14 = 32mg$에서 $2mmol$로 나온다. 이를 적용하면 10이 아니라 11이다. 틀린 표현 10은 올바르게는 11이다.

④ O
- 화합물 A의 실험식은 $C_8H_{14}O_2$이고, $(x+y)/z = (8+14)/2 = 11$이므로 ④가 맞다.

⑤ X
- 최종 계산값은 11이므로 12는 맞지 않는다. 틀린 표현 12는 올바르게는 11이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 포도당 60 mg도 함께 연소되었다는 점이다. 전체 CO_2와 H_2O를 그대로 화합물 A의 생성물로 보면 A의 C와 H가 과대 계산된다. 또한 산소는 연소 생성물의 산소 원자 수에서 바로 구하지 않고, 화합물 A 142 mg 안에서 C와 H의 질량을 뺀 질량 차이로 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

혼합 시료의 원소 분석 문제는 전체 생성물 몰수 계산, 동반 물질의 기여량 제거, 남은 원소 질량과 시료 질량 차이로 산소 계산, 가장 간단한 몰수비 확정 순서로 판단한다.

암기 포인트

연소 분석에서 C는 CO_2, H는 $H_2O \times 2$, O는 시료 질량에서 C와 H를 뺀 뒤 16으로 나누어 구한다.

NoteBase

문 13. 다음은 원자 A~C에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

원자	A	B	C
질량수	14	16	14
$\frac{\text{중성자수}}{\text{전자수}}$	1	1	$\frac{4}{3}$

<보기>

ㄱ. A와 C는 동위원소이다.

ㄴ. 원자번호는 B>A>C이다.

ㄷ. 양성자수전자수+중성자수 는 C가 가장 작다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 중성 원자에서 양성자수와 전자수가 같고, 질량수는 양성자수와 중성자수의 합이라는 원리를 이용해 각 원자의 구성 입자 수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A의 질량수는 14, 중성자수/전자수는 1이다. B의 질량수는 16, 중성자수/전자수는 1이다. C의 질량수는 14, 중성자수/전자수는 4/3이다.
구해야 할 값: 각 원자의 양성자수, 중성자수, 전자수이다.
주의할 조건: A~C는 원자이므로 전기적으로 중성이며, 양성자수 = 전자수이다.

NoteBase

사용할 공식

중성 원자에서는 $p = e$이다.
질량수는 $p + n$이다.
원자번호는 양성자수 p이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 질량수와 중성자수/전자수의 비가 주어졌으므로, $p = e$와 $p + n$을 연결하면 각 원자의 원자번호와 중성자수를 계산할 수 있다.

계산 과정

A: $n/e = 1$이므로 $n = e$이고, 중성 원자라서 $p = e$이다. 따라서 $p + n = 2p = 14$, $p = 7$, $e = 7$, $n = 7$이다.
B: $n/e = 1$이므로 $n = e$, $p = e$이다. 따라서 $p + n = 2p = 16$, $p = 8$, $e = 8$, $n = 8$이다.
C: $n/e = 4/3$이므로 $n = 4k$, $e = 3k$, $p = 3k$이다. 질량수 $p + n = 3k + 4k = 7k = 14$이므로 $k = 2$, $p = 6$, $e = 6$, $n = 8$이다.

보기별 해설

ㄱ. X
A와 C는 질량수가 모두 14이지만 원자번호가 A는 7, C는 6으로 다르다. 동위원소는 원자번호가 같고 중성자수가 다른 원자이므로, 틀린 표현 '동위원소'는 올바르게는 '질량수가 같은 서로 다른 원소'이다.

ㄴ. O
원자번호는 양성자수이다. B의 원자번호는 8, A는 7, C는 6이므로 원자번호는 B > A > C이다.

ㄷ. O
양성자수/(전자수+중성자수)는 A가 7/(7 + 7) = 1/2, B가 8/(8 + 8) = 1/2, C가 6/(6 + 8) = 3/7이다. 3/7은 1/2보다 작으므로 C가 가장 작다.

선지 판단

① ㄱ: X이다. ㄱ은 A와 C를 동위원소라고 했지만, 두 원자의 원자번호가 서로 다르므로 옳지 않다.
② ㄷ: O이다. ㄷ은 C의 비율이 가장 작다는 설명으로 옳다.
③ ㄱ, ㄴ: X이다. ㄴ은 옳지만 ㄱ이 틀렸으므로 조합 전체가 옳지 않다.
④ ㄴ, ㄷ: O이다. ㄴ과 ㄷ이 모두 옳으므로 정답 조합이다.
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ: X이다. ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ이 틀렸으므로 조합 전체가 옳지 않다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 질량수가 같다는 사실을 동위원소 조건으로 착각하게 하는 것이다. 동위원소 판단에서는 질량수가 아니라 원자번호, 즉 양성자수가 같은지를 먼저 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

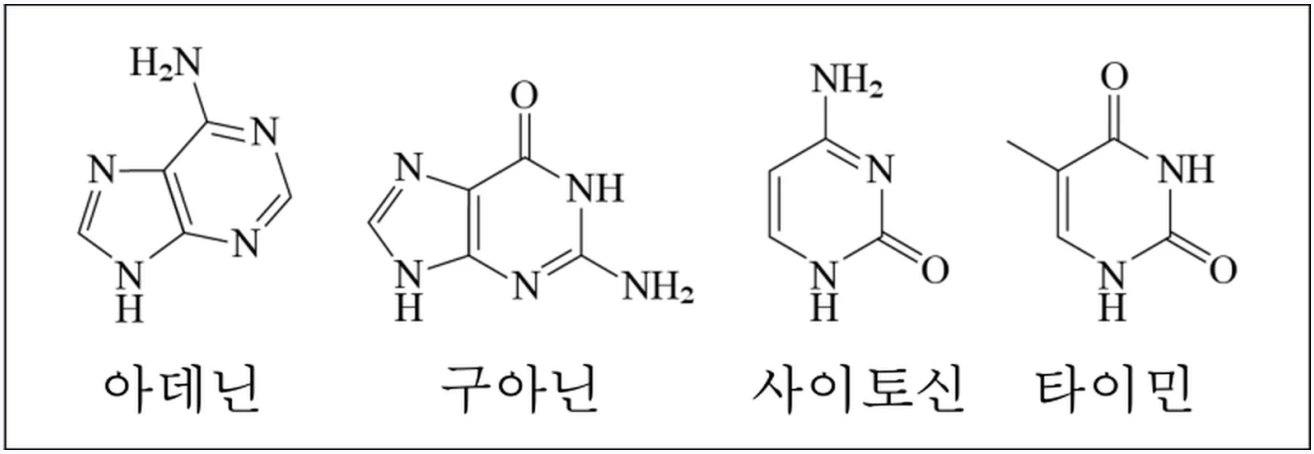
원자 구성 문제는 먼저 중성 원자 조건 $p = e$를 세우고, 질량수 $p + n$과 주어진 비를 연결해 p, n, e를 모두 구한 뒤 보기를 판단한다.

암기 포인트

원자번호 = 양성자수, 질량수 = 양성자수 + 중성자수, 동위원소 = 원자번호는 같고 질량수는 다른 원자이다.

NoteBase

문 14. 다음은 DNA를 구성하는 염기이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보 기>

ㄱ. 모두 평면구조이다.

ㄴ. 비공유 전자쌍 수를 모두 더하면 21개이다.

ㄷ. 구아닌과 사이토신은 3개의 수소 결합을 통해 상보적 결합을 한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 DNA 염기의 구조에서 평면성, 비공유 전자쌍 수, 상보적 염기쌍의 수소 결합 수를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

DNA 염기는 아데닌, 구아닌, 사이토신, 타이민이며, 퓨린계 염기는 아데닌·구아닌, 피리미딘계 염기는 사이토신·타이민이다.

비공유 전자쌍은 그림의 N 원자마다 1쌍, O 원자마다 2쌍으로 센다.

상보적 염기쌍은 A-T가 2개의 수소 결합, G-C가 3개의 수소 결합을 형성한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 틀린 진술이다. 염기의 고리 부분은 공명 구조 때문에 대체로 평면성이 크지만, 타이민에는 메틸기가 붙어 있어 전체 원자가 모두 하나의 평면에 놓인다고 할 수 없다. 틀린 표현은 "모두 평면구조이다"이고, 올바르게는 "염기 고리 부분은 대체로 평면성이 크지만 모든 원자가 반드시 한 평면에 있는 것은 아니다"이다.

② O
ㄷ만 옳으므로 정답이다. 구아닌과 사이토신은 서로 상보적 염기쌍을 이루며 3개의 수소 결합을 형성한다.

③ X
ㄱ과 ㄴ을 고른 선택지이므로 틀리다. ㄱ은 전체 원자의 완전한 평면 구조라고 볼 수 없고, ㄴ은 비공유 전자쌍 합계가 21쌍이 아니라 23쌍이다. 올바르게는 ㄷ만 고른다.

④ X
ㄴ을 포함하므로 틀리다. 비공유 전자쌍은 아데닌 5쌍, 구아닌 7쌍, 사이토신 5쌍, 타이민 6쌍으로 모두 23쌍이다. 틀린 표현은 "21개"이고, 올바르게는 "23개"이다.

⑤ X
ㄱ과 ㄴ을 포함하므로 틀리다. ㄱ은 타이민의 메틸기 때문에 전체 평면 구조라고 단정할 수 없고, ㄴ은 비공유 전자쌍 합계가 23쌍이다. 올바르게는 ㄷ만 옳다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 염기 고리의 평면성과 분자 전체의 평면성을 같은 말로 보는 점, 그리고 질소와 산소의 비공유 전자쌍을 같은 수로 세는 점이다. 특히 산소는 2쌍, 질소는 1쌍으로 세어야 하므로 총합이 21쌍이 아니라 23쌍이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

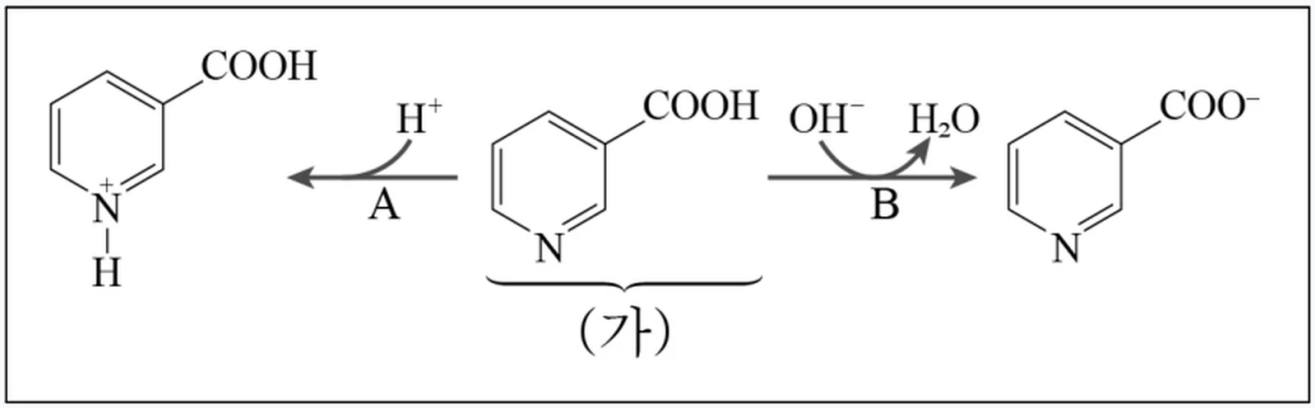
구조식에서 비공유 전자쌍 수를 물으면 N은 1쌍, O는 2쌍으로 먼저 합산한다. DNA 염기쌍의 수소 결합은 A-T 2개, G-C 3개로 판단한다. 평면 구조 선지는 고리 부분인지 분자 전체인지 구분한다.

암기 포인트

G-C는 3수소 결합, A-T는 2수소 결합이다. 비공유 전자쌍은 N 1쌍, O 2쌍으로 센다.

NoteBase

문 15. 다음은 분자 (가)와 관련된 반응 A와 B를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보 기>

ㄱ. (가)는 수용액에서 산성이다.

ㄴ. A에서 (가)는 루이스 염기로 작용한다.

ㄷ. B에서 (가)는 브뢴스테드 - 로우리 염기로 작용한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 카복실산기와 피리딘형 질소를 함께 가진 분자 (가)가 산으로 작용하는 경우와 염기로 작용하는 경우를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

브뢴스테드-로우리 산: 양성자 H^+를 내놓는 물질이다.
브뢴스테드-로우리 염기: 양성자 H^+를 받는 물질이다.
루이스 염기: 비공유 전자쌍을 주어 결합을 형성하는 물질이다.
(가)의 카복실산기 $-COOH$는 OH^-에 H^+를 줄 수 있고, 피리딘형 질소의 비공유 전자쌍은 H^+를 받을 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

ㄱ O: (가)는 카복실산기 $-COOH$를 가지고 있어 물에서 H^+를 내놓을 수 있으므로 수용액에서 산성을 나타낸다.
ㄴ O: A에서는 피리딘형 질소가 H^+와 결합하여 양이온이 된다. 이때 (가)는 질소의 비공유 전자쌍을 H^+에 제공하므로 루이스 염기로 작용한다.
ㄷ X: B에서는 OH^-가 카복실산기의 H^+를 받아 H_2O가 되고, (가)는 COO^- 형태가 된다. 틀린 표현은 '브뢴스테드-로우리 염기'이다. 올바르게는 B에서 (가)는 H^+를 주는 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다.
① X: ①은 ㄱ만 고른 선택지이다. ㄱ은 맞지만 ㄴ도 맞으므로 정답 조합이 아니다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ을 함께 고른다.
② X: ②는 ㄷ만 고른 선택지이다. ㄷ은 (가)의 역할을 염기로 잘못 본 설명이다. 올바르게는 ㄷ을 제외한다.
③ O: ③은 ㄱ, ㄴ을 고른 선택지이다. ㄱ과 ㄴ은 옳고 ㄷ은 틀리므로 정답 조합이다.
④ X: ④는 ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄴ은 맞지만 ㄷ은 틀리므로 정답 조합이 아니다. 올바르게는 ㄷ 대신 ㄱ을 포함하여 ㄱ, ㄴ을 고른다.
⑤ X: ⑤는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 선택지이다. ㄷ이 틀리므로 정답 조합이 아니다. 올바르게는 ㄷ을 제외한 ㄱ, ㄴ이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 한 분자 안에 산성 자리인 $-COOH$와 염기성 자리인 피리딘형 질소가 함께 있다는 점이다. A에서는 질소가 H^+를 받아 염기처럼 작용하지만, B에서는 카복실산기가 H^+를 내놓아 산처럼 작용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

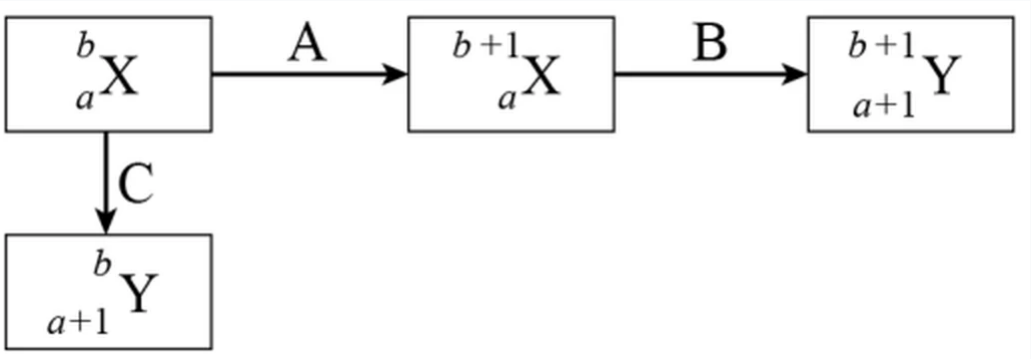
반응 화살표에서 H^+가 붙는 원자는 전자쌍을 제공한 루이스 염기 자리로 판단한다. 반대로 OH^-와 반응해 H_2O가 생기면 원래 분자가 H^+를 준 것이므로 브뢴스테드-로우리 산으로 판단한다.

암기 포인트

$-COOH$는 H^+를 주는 산성 자리, 피리딘형 N은 H^+를 받는 염기성 자리이다.

NoteBase

문 16. 다음은 원자 ${}^{b}_{a}X$로부터 ${}_{a+1}Y$의 2가지 동위원소가 생성되는 과정의 일부를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



<보기>

ㄱ. A에서 전자 수는 변하지 않는다.

ㄴ. B와 C에서 베타(β) 입자 생성(베타 방출)이 일어난다.

ㄷ. C에서 전자 1개가 증가한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 원자핵 표기 ${}^{b}_{a}X$에서 질량수와 원자번호가 어떻게 변하는지를 보고 중성자 흡수와 베타 붕괴를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

중성자 흡수: 원자번호는 그대로이고 질량수만 1 증가한다.

베타(β^-) 붕괴: 중성자 1개가 양성자 1개로 바뀌므로 질량수는 그대로이고 원자번호가 1 증가한다.

중성 원자에서는 전자 수가 원자번호와 같으므로, 원자번호가 1 증가한 생성 원자는 전자 수도 1 증가한다.

NoteBase

선지별 해설

① ㄱ만: X
ㄱ은 맞지만 ㄴ, ㄷ도 모두 맞다. A에서는 ${}^{b}_{a}X$가 ${}^{b+1}_{a}X$가 되어 원자번호 a가 변하지 않으므로 중성 원자의 전자 수는 변하지 않는다. 틀린 표현은 'ㄱ만'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

② ㄷ만: X
ㄷ은 맞지만 ㄱ, ㄴ도 맞다. C에서는 ${}^{b}_{a}X$가 ${}^{b}_{a+1}Y$가 되어 생성 원자의 원자번호가 $a+1$이므로 중성 원자의 전자 수가 1개 증가한다. 틀린 표현은 'ㄷ만'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

③ ㄱ, ㄴ: X
ㄱ과 ㄴ은 맞지만 ㄷ을 빠뜨렸다. C는 질량수는 그대로이고 원자번호가 1 증가하는 베타(β^-) 붕괴이므로 생성되는 중성 원자 Y의 전자 수는 X보다 1개 많다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

④ ㄴ, ㄷ: X
ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄱ을 빠뜨렸다. A에서는 질량수만 b에서 $b+1$로 증가하고 원자번호는 a로 그대로이므로 전자 수는 변하지 않는다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이다.

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ: O
ㄱ은 A에서 원자번호가 그대로이므로 맞다. ㄴ은 B와 C 모두 질량수는 그대로이고 원자번호가 1 증가하는 변화라서 베타(β^-) 입자 생성이 일어나므로 맞다. ㄷ은 C에서 생성 원자의 원자번호가 1 증가하므로 중성 원자의 전자 수가 1개 증가해 맞다.

오답 포인트

A의 질량수 증가를 베타 붕괴로 착각하거나, C에서 베타 입자가 방출되면 전자 수가 감소한다고 오해하기 쉽다. 여기서 전자 수는 방출된 베타 입자 수가 아니라 생성된 중성 원자의 원자번호로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

핵반응 표기에서 먼저 원자번호와 질량수 변화를 본다. 원자번호 동일·질량수 1 증가는 중성자 흡수, 질량수 동일·원자번호 1 증가는 베타(β^-) 붕괴로 판단한다. 중성 원자의 전자 수는 원자번호와 같다고 판단한다.

암기 포인트

질량수만 +1이면 중성자 흡수, 원자번호만 +1이면 β^- 붕괴이다. 중성 원자의 전자 수는 원자번호와 같다.

NoteBase

문 17. 다음의 화합물 중에서 탄소 원자의 오비탈이 sp 혼성 구조를 가지는 것은?

① $CH_3 - CH_3$

② $HC \equiv CH$

③ $H_2C = CH_2$

④ $H_2N - CH_3$

⑤ CH_4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 탄소 원자의 결합 수와 다중결합 형태를 보고 sp, sp^2, sp^3 혼성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

sp 혼성 탄소: 전자 영역이 2개이고 선형 구조를 가지며, 대표적으로 탄소-탄소 삼중결합의 각 탄소가 해당한다.
sp^2 혼성 탄소: 전자 영역이 3개이고 평면 삼각형 구조를 가지며, 대표적으로 탄소-탄소 이중결합의 각 탄소가 해당한다.
sp^3 혼성 탄소: 전자 영역이 4개이고 정사면체형 배열을 가지며, 단일결합만 하는 포화 탄소가 해당한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- CH_3-CH_3에서 각 탄소는 다른 탄소 1개와 수소 3개에 단일결합하여 전자 영역이 4개이다.
- 틀린 표현은 sp 혼성이다. 올바르게는 각 탄소가 sp^3 혼성이다.

② O
- $HC\equiv CH$에서 각 탄소는 수소와의 단일결합 1개, 다른 탄소와의 삼중결합 1개를 가져 전자 영역이 2개이다.
- 전자 영역 2개인 탄소는 선형 배열을 만들므로 sp 혼성이다.

③ X
- $H_2C=CH_2$에서 각 탄소는 탄소-탄소 이중결합과 수소 2개와의 단일결합을 가져 전자 영역이 3개이다.
- 틀린 표현은 sp 혼성이다. 올바르게는 각 탄소가 sp^2 혼성이다.

④ X
- H_2N-CH_3에서 탄소는 질소 1개와 수소 3개에 모두 단일결합하여 전자 영역이 4개이다.
- 틀린 표현은 sp 혼성이다. 올바르게는 탄소가 sp^3 혼성이다.

⑤ X
- CH_4에서 탄소는 수소 4개와 단일결합하여 전자 영역이 4개이다.
- 틀린 표현은 sp 혼성이다. 올바르게는 탄소가 sp^3 혼성이다.

오답 포인트

삼중결합에 포함된 결합선 3개를 전자 영역 3개로 세면 ②를 놓치기 쉽다. 혼성 판단에서는 단일결합, 이중결합, 삼중결합이 각각 하나의 전자 영역으로 계산된다.

다시 나오면 이렇게 판단

탄소 주변의 전자 영역 수를 센다. 전자 영역 2개이면 sp, 3개이면 sp^2, 4개이면 sp^3 혼성으로 판단한다.

암기 포인트

탄소 삼중결합은 sp, 이중결합은 sp^2, 단일결합만 있는 탄소는 sp^3이다.

NoteBase

문 18. 주기율표상의 원자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 원자 질량은 Cl이 Br보다 크다.

② 전기음성도는 O가 F보다 작다.

③ Li의 원자가 전자는 한 개이다.

④ 원자 반지름은 Cl이 Si보다 작다.

⑤ 첫번째 이온화 에너지는 K가 Cs보다 크다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 주기율표에서 원자 질량, 전기음성도, 원자가 전자 수, 원자 반지름, 첫 번째 이온화 에너지의 기본 경향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

원자 질량은 같은 원소의 평균 원자량으로, Cl보다 Br이 더 크다.
전기음성도는 결합 전자를 끌어당기는 능력으로, 일반적으로 오른쪽 위로 갈수록 커지고 F가 가장 크다.
원자가 전자는 최외각 전자로, 1족 원소 Li는 원자가 전자가 1개이다.
원자 반지름은 같은 주기에서 오른쪽으로 갈수록 작아지고 같은 족에서 아래로 갈수록 커진다.
첫 번째 이온화 에너지는 기체 상태 원자에서 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 에너지로, 같은 족에서는 아래로 갈수록 작아진다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 "Cl이 Br보다 크다"이다.
- Br은 Cl보다 아래 주기에 있는 할로젠 원소이므로 평균 원자 질량이 더 크다. 올바르게는 원자 질량은 Br이 Cl보다 크다.

② O
- F는 주기율표에서 전기음성도가 가장 큰 원소이고, O는 F보다 왼쪽에 있으므로 전기음성도는 O가 F보다 작다.

③ O
- Li는 1족 원소이고 전자 배치는 2, 1이므로 최외각 원자가 전자는 1개이다.

④ O
- Si와 Cl은 모두 3주기 원소이다. 같은 주기에서는 유효 핵전하가 커져 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름이 작아지므로 Cl의 원자 반지름은 Si보다 작다.

⑤ O
- K와 Cs는 모두 1족 원소이다. 같은 족에서는 아래로 갈수록 원자 반지름이 커져 바깥 전자를 떼기 쉬워지므로 첫 번째 이온화 에너지는 K가 Cs보다 크다.

오답 포인트

①은 Cl과 Br이 같은 할로젠족이라는 점만 보고 성질의 크기 방향을 혼동하게 만든다. 같은 족에서 아래로 갈수록 원자 질량과 원자 반지름은 커지지만, 전기음성도와 첫 번째 이온화 에너지는 대체로 작아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

주기율표 경향 문제는 먼저 두 원소가 같은 주기인지 같은 족인지 확인한다. 같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름은 작아지고 전기음성도와 이온화 에너지는 커진다. 같은 족에서는 아래로 갈수록 원자 질량과 원자 반지름은 커지고 전기음성도와 이온화 에너지는 작아진다.

암기 포인트

오른쪽 위로 갈수록 전기음성도와 이온화 에너지가 커지고, 왼쪽 아래로 갈수록 원자 반지름이 커진다. 같은 족의 원자 질량은 아래 원소가 더 크다.

NoteBase

문 19. 다음은 강철 용기에서 반응 $A \rightarrow 2B$가 일어날 때, 시간에 따른 반응물과 생성물의 몰농도의 합($[A]+[B]$)을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, k는 반응 속도 상수이고, B의 초기 농도는 0M이며, 온도는 일정하다.)

시간	0분	1분	2분	3분
[A]+[B]	8 M	12 M	14 M	15 M

<보기>

ㄱ. 5분일 때, $[B]$는 15.5M이다.

ㄴ. 반응 속도는 $k[A]$이다.

ㄷ. A의 초기 농도가 20M이면, 5분 후 $[A]+[B]$는 38.75M이다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반응 $A \rightarrow 2B$의 화학양론과 $[A]+[B]$ 자료를 이용해 $[A]$, $[B]$, 반응 차수를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $[A]+[B]$는 0분 8 M, 1분 12 M, 2분 14 M, 3분 15 M이다.
구해야 할 값: ㄱ의 5분일 때 $[B]$, ㄴ의 속도식, ㄷ의 초기 $[A]=20M$일 때 5분 후 $[A]+[B]$이다.
주의할 조건: $[B]_0 = 0M$이고, 반응식이 $A \rightarrow 2B$이므로 A가 x만큼 줄면 B는 $2x$만큼 생긴다.

사용할 공식

$[A] = [A]_0 - x, \quad [B] = 2x, \quad [A]+[B] = [A]_0 + x$
따라서 0분의 $[A]+[B] = 8M$에서 $[A]_0 = 8M$이다. 1분, 2분, 3분의 총농도 증가량은 각각 $x = 4, 6, 7$이므로 $[A]$는 $4, 2, 1M$가 된다. $[A]$가 1분마다 절반이 되므로 1차 반응이고, $-d[A]/dt = k[A]$이다.

NoteBase

계산 과정

1. 초기에는 $[B]_0 = 0M$이므로 $[A]_0 = 8M$이다.
2. 1분 후 총농도 12 M는 $8 + x = 12$이므로 $x = 4$, $[A] = 8 - 4 = 4M$이다.
3. 2분 후 $x = 6$, $[A] = 2M$, 3분 후 $x = 7$, $[A] = 1M$이다.
4. $[A]$가 $8 \to 4 \to 2 \to 1$로 1분마다 절반이 되므로 $[A] = [A]_0(1/2)^t$이다.
5. 원래 조건에서 5분 후 $[A] = 8(1/2)^5 = 0.25M$, $[B] = 2(8 - 0.25) = 15.5M$이다.
6. 초기 $[A] = 20M$이면 5분 후 $[A] = 20(1/2)^5 = 0.625M$, $[B] = 2(20 - 0.625) = 38.75M$, 따라서 $[A] + [B] = 39.375M$이다.

선지 판단

① X

- ㄱ만 고른 선택지이다. ㄱ은 5분 후 $[B] = 15.5M$이므로 맞지만, ㄴ도 맞으므로 정답 조합은 ㄱ만이 아니라 ㄱ, ㄴ이다.

② X

- ㄷ만 고른 선택지이다. ㄷ의 틀린 표현은 "$[A] + [B]$는 38.75 M"이다. 올바르게는 초기 $[A] = 20M$일 때 5분 후 $[B] = 38.75M$, $[A] + [B] = 39.375M$이다.

③ O

- ㄱ, ㄴ을 고른 선택지이다. ㄱ은 원래 조건에서 5분 후 $[B] = 15.5M$이므로 맞고, ㄴ은 $[A]$가 1분마다 절반이 되는 1차 반응이므로 반응 속도 $-d[A]/dt$가 $k[A]$가 되어 맞다.

④ X

- ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄴ은 맞지만 ㄷ이 틀리므로 정답 조합이 될 수 없다. ㄷ은 $[B]$의 값 38.75 M를 $[A] + [B]$로 잘못 쓴 것이다.

⑤ X

- ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 선택지이다. ㄱ과 ㄴ은 맞지만 ㄷ이 틀리므로 모두 옳다는 판단은 성립하지 않는다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 반응식 $A \to 2B$에서 총농도 $[A] + [B]$가 일정하지 않다는 점과, ㄷ에서 38.75 M가 $[A] + [B]$가 아니라 $[B]$라는 점이다. 강철 용기는 부피가 일정하다는 뜻이지 몰수 합이나 농도 합이 일정하다는 뜻이 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

화학 반응 속도 계산형 문항은 먼저 반응 진행량 x를 잡고, 반응식 계수로 각 물질의 농도를 표시한 뒤, 시간에 따른 $[A]$ 변화가 일정 차수 반응식과 맞는지 확인한다.

암기 포인트

$A \rightarrow 2B$에서 $[B]_0 = 0M$이면 $[A] + [B] = [A]_0 + x$이다. 총농도 증가량이 곧 반응 진행량 x이고, $[A]$가 같은 시간마다 절반이면 1차 반응이다.

NoteBase

문 20. 온도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 화씨온도(°F)와 섭씨온도(°C)와의 관계식은 $T(^\circ\mathrm{F}) = \frac{5}{9}t(^\circ\mathrm{C}) - 32$이다.

② 절대온도(K)와 섭씨온도(°C)와의 관계식은 $T(K) = t(^\circ\mathrm{C}) + 273.15$이다.

③ 섭씨온도는 물의 어는점과 끓는점 사이를 100등분하여 균등하게 표시한 온도 단위이다.

④ 화씨온도는 물의 어는점과 끓는점 사이를 180등분하여 균등하게 표시한 온도 단위이다.

⑤ $-40^\circ\mathrm{C} = -40^\circ\mathrm{F}$이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 섭씨온도, 화씨온도, 절대온도의 기준점과 변환식을 구분해 옳지 않은 설명을 찾는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물의 어는점과 끓는점을 기준으로 한 섭씨온도와 화씨온도, 절대온도 변환식이다.
구해야 할 값: 온도 단위 설명 중 옳지 않은 선지이다.
주의할 조건: 화씨를 섭씨로 바꾸는 식과 섭씨를 화씨로 바꾸는 식의 계수와 상수항을 혼동하지 않는다.

사용할 공식

섭씨온도 t와 화씨온도 T_F의 관계는 $T_F = \frac{9}{5}t + 32$이다.
또는 $t = \frac{5}{9}(T_F - 32)$이다.
절대온도 T_K와 섭씨온도 t의 관계는 $T_K = t + 273.15$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 섭씨는 물의 어는점 0, 끓는점 100을 100등분하고, 화씨는 물의 어는점 32, 끓는점 212를 180등분하므로 두 눈금 사이의 기울기는 $\frac{9}{5}$가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 틀린 표현은 $T(^\circ F) = \frac{5}{9}t(^\circ C) - 32$이다. 섭씨를 화씨로 바꿀 때는 $\frac{5}{9}$가 아니라 $\frac{9}{5}$를 곱하고, -32가 아니라 $+32$를 더한다. 올바르게는 $T_F = \frac{9}{5}t + 32$이다.

② O
- 절대온도는 섭씨온도에 273.15를 더한 값이므로 $T_K = t + 273.15$가 맞다.

③ O
- 섭씨온도는 물의 어는점을 $0^\circ C$, 끓는점을 $100^\circ C$로 두고 그 사이를 100등분한 온도 단위이다.

④ O
- 화씨온도는 물의 어는점을 $32^\circ F$, 끓는점을 $212^\circ F$로 두며, 그 차이가 180이므로 사이를 180등분한 온도 단위이다.

⑤ O
- $-40^\circ C$를 화씨로 바꾸면 $T_F = \frac{9}{5}(-40) + 32 = -72 + 32 = -40$이므로 $-40^\circ C = -40^\circ F$가 맞다.

옳지 않은 설명은 ①이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 ①에서 섭씨를 화씨로 바꾸는 식과 화씨를 섭씨로 바꾸는 식을 섞는 것이다. $\frac{5}{9}$는 화씨 차이를 섭씨 차이로 바꿀 때 쓰이고, 섭씨값을 화씨값으로 직접 바꿀 때는 $\frac{9}{5}$와 $+32$가 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

온도 변환 문제는 먼저 기준점을 잡아 판단한다. 섭씨 $0^\circ C$는 화씨 $32^\circ F$, 섭씨 $100^\circ C$는 화씨 $212^\circ F$이므로 섭씨에서 화씨로 갈 때는 $\frac{9}{5}$를 곱하고 32를 더한다.

암기 포인트

섭씨에서 화씨는 $F = \frac{9}{5}C + 32$, 화씨에서 섭씨는 $C = \frac{5}{9}(F - 32)$, 절대온도는 $K = C + 273.15$로 정리한다.

NoteBase

문 21. 다음 화학반응식의 균형을 맞추었을 때, 반응물과 생성물의 계수는?

$C_3H_8 + xO_2 \rightarrow yCO_2 + zH_2O$

① x: 1, y: 2, z: 3
② x: 1, y: 3, z: 4
③ x: 2, y: 5, z: 4
④ x: 3, y: 3, z: 4
⑤ x: 5, y: 3, z: 4

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 화학반응식에서 원자수 보존 법칙을 이용해 미정계수 x, y, z를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응식: $C_3H_8 + xO_2 \rightarrow yCO_2 + zH_2O$
구해야 할 값: O_2, CO_2, H_2O의 계수 x, y, z
주의할 조건: 반응 전후 C, H, O 원자 수가 각각 같아야 한다.

사용할 공식

화학반응식의 계수는 원자수 보존으로 맞춘다.
반응물의 각 원자 수=생성물의 각 원자 수
이 공식을 쓰는 이유: 화학반응에서는 원자가 새로 생기거나 사라지지 않으므로, 반응식 양쪽에서 C, H, O 원자 수를 각각 같게 해야 한다.

계산 과정

1. C 원자부터 맞추면 반응물 C_3H_8에 C가 3개 있으므로 생성물은 $3CO_2$가 되어 $y = 3$이다.
2. H 원자를 맞추면 반응물 C_3H_8에 H가 8개 있으므로 생성물은 $4H_2O$가 되어 $z = 4$이다.
3. 생성물 쪽 O 원자 수는 $3CO_2$에서 6개, $4H_2O$에서 4개로 총 10개이다.
4. 반응물 쪽 산소는 O_2로 공급되므로 $2x = 10$, 따라서 $x = 5$이다.
5. 균형 반응식은 $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 제시값은 $x=1, y=2, z=3$이다. C 원자 3개를 맞추려면 $y=3$이어야 하고, H 원자 8개를 맞추려면 $z=4$이어야 하므로 틀리다. 틀린 표현 $x=1, y=2, z=3$ → 올바르게는 $x=5, y=3, z=4$이다.

② X
- 제시값은 $x=1, y=3, z=4$이다. y와 z는 맞지만 생성물의 O 원자 수가 10개이므로 O_2 계수는 $x=5$가 되어야 한다. 틀린 표현 $x=1$ → 올바르게는 $x=5$이다.

③ X
- 제시값은 $x=2, y=5, z=4$이다. C 원자 수 때문에 $y=3$이어야 하고, O 원자 수 때문에 $x=5$이어야 하므로 틀리다. 틀린 표현 $x=2, y=5$ → 올바르게는 $x=5, y=3$이다.

④ X
- 제시값은 $x=3, y=3, z=4$이다. y와 z는 맞지만 생성물의 O 원자 수 10개를 맞추려면 $2x=10$이므로 $x=5$이다. 틀린 표현 $x=3$ → 올바르게는 $x=5$이다.

⑤ O
- 제시값은 $x=5, y=3, z=4$이다. $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$에서 C는 양쪽 3개, H는 양쪽 8개, O는 양쪽 10개로 모두 보존되므로 맞다.

계산 결과 $x=5, y=3, z=4$이므로 정답은 5번이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 C와 H를 먼저 맞춘 뒤, 생성물 전체의 O 원자 수를 합산하지 않는 것이다. $3CO_2$의 O 6개와 $4H_2O$의 O 4개를 더해 총 10개가 되므로 O_2 계수는 10이 아니라 5가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

탄화수소 완전 연소 반응식은 C를 먼저 맞춰 CO_2 계수를 정하고, H를 맞춰 H_2O 계수를 정한 뒤, 마지막에 생성물 쪽 O 원자 수를 세어 O_2 계수를 정하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

프로판 완전 연소식은 $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$이다. C 3개는 $3CO_2$, H 8개는 $4H_2O$, O 10개는 $5O_2$로 맞춘다.

NoteBase

문 22. 원자 구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 원자는 핵과 전자로 구성되어 있다.

② 양성자의 수는 원자번호와 일치한다.

③ 중성자의 수는 원자의 질량과 무관하며, 원자의 핵과 전자를 연결하는 역할을 한다.

④ 원자 질량의 대부분은 양성자와 중성자 질량의 합이다.

⑤ 원자들의 동위원소는 양성자의 수는 같으나 중성자의 수가 달라서 서로 다른 질량을 가진다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 원자를 이루는 입자인 양성자, 중성자, 전자의 위치와 원자번호·질량수의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

원자는 중심의 원자핵과 그 주위의 전자로 이루어진다.
원자핵은 양성자와 중성자로 구성되며, 양성자의 수가 원자번호를 결정한다.
질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이고, 동위원소는 양성자 수는 같지만 중성자 수가 다른 원자이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
원자는 원자핵과 전자로 구성되어 있다. 원자핵 안에는 양성자와 중성자가 있고, 전자는 원자핵 주위에 존재한다.

② O
양성자의 수는 원자번호와 일치한다. 원소의 종류는 양성자 수로 결정되므로 같은 원소는 같은 원자번호를 가진다.

③ X
틀린 부분은 '중성자의 수는 원자의 질량과 무관하며, 원자의 핵과 전자를 연결하는 역할을 한다'이다. 실제로는 중성자 수가 질량수에 포함되므로 원자 질량과 관련이 있고, 중성자는 원자핵 안에서 핵의 안정성에 관여할 뿐 핵과 전자를 연결하는 입자가 아니다.

④ O
원자 질량의 대부분은 양성자와 중성자의 질량의 합이다. 전자의 질량은 양성자나 중성자에 비해 매우 작아 원자 질량에서 차지하는 비중이 작다.

⑤ O
동위원소는 양성자의 수는 같지만 중성자의 수가 다른 원자이다. 따라서 원자번호는 같지만 질량수와 원자 질량은 서로 달라진다.

오답 포인트

③은 중성자를 전기적으로 중성인 입자라는 점과 원자핵의 안정성에 관여한다는 점을 섞어, 전자와 핵을 연결한다고 표현한 것이 함정이다. 중성자는 전자와 원자핵 사이를 이어 주는 입자가 아니라 원자핵을 이루는 입자이다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자 구조 문항은 먼저 위치를 나눈다. 양성자와 중성자는 원자핵 안에 있고 전자는 원자핵 주위에 있다. 그다음 양성자 수는 원자번호, 양성자 수와 중성자 수의 합은 질량수, 중성자 수 차이는 동위원소로 판단한다.

암기 포인트

원자번호는 양성자 수, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합, 동위원소는 중성자 수 차이이다.

NoteBase

문 23. 공유 결합을 형성할 수 있는 원소의 전자 배치만을 <보기>에서 고른 것은?

<보기>

ㄱ. $1s^2 2s^1$

ㄴ. $1s^2 2s^2 2p^3$

ㄷ. $1s^2 2s^2 2p^4$

ㄹ. $1s^2 2s^2 2p^6$

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄴ, ㄹ

⑤ ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 주어진 전자 배치가 금속 원소인지, 비금속 원소인지 판단하여 공유 결합을 형성할 수 있는 원소를 고르는 문제이다.

핵심 개념

공유 결합: 주로 비금속 원소끼리 원자가 전자쌍을 함께 사용하여 형성하는 결합이다.
금속 원소: 전자를 잃어 양이온이 되기 쉬우므로 기본적으로 금속 결합이나 이온 결합에서 다루는 경우가 많다.
비활성 기체: 최외각 전자껍질이 안정하게 채워져 있어 일반적인 조건에서 결합을 잘 형성하지 않는다.

NoteBase

보기별 판단

ㄱ. X

- $1s^2 2s^1$은 원자번호 3인 리튬의 전자 배치이다. 리튬은 알칼리 금속으로 전자 1개를 잃어 Li^+가 되기 쉬우므로 공유 결합 형성 원소로 고르지 않는다.
- 틀린 표현은 ㄱ을 공유 결합 가능 원소로 포함한 부분이다. 올바르게는 ㄱ은 제외한다.

ㄴ. O

- $1s^2 2s^2 2p^3$은 원자번호 7인 질소의 전자 배치이다. 질소는 비금속 원소이고 원자가 전자 5개를 가져 전자쌍을 공유하여 공유 결합을 형성할 수 있다.

ㄷ. O

- $1s^2 2s^2 2p^4$은 원자번호 8인 산소의 전자 배치이다. 산소는 비금속 원소이고 원자가 전자 6개를 가져 공유 결합을 형성할 수 있다.

ㄹ. X

- $1s^2 2s^2 2p^6$은 원자번호 10인 네온의 전자 배치이다. 네온은 비활성 기체로 최외각 전자가 채워진 안정한 상태이므로 일반적인 조건에서 공유 결합을 형성하지 않는다.
- 틀린 표현은 ㄹ을 공유 결합 가능 원소로 포함한 부분이다. 올바르게는 ㄹ은 제외한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ㄱ은 리튬으로 금속 원소이고, ㄴ은 질소로 공유 결합을 형성할 수 있다. ㄱ을 포함한 것이 틀리다.
- 틀린 표현: ㄱ, ㄴ → 올바르게는 ㄴ, ㄷ이다.

② X
- ㄱ은 리튬으로 공유 결합 형성 원소로 고르지 않고, ㄷ은 산소로 공유 결합을 형성할 수 있다. ㄱ을 포함하고 ㄴ을 빠뜨린 것이 틀리다.
- 틀린 표현: ㄱ, ㄷ → 올바르게는 ㄴ, ㄷ이다.

③ O
- ㄴ은 질소, ㄷ은 산소이다. 둘 다 비금속 원소로 전자쌍을 공유하여 공유 결합을 형성할 수 있으므로 옳다.

④ X
- ㄴ은 질소로 맞지만, ㄹ은 네온으로 비활성 기체이다. 네온은 최외각 전자껍질이 안정하므로 일반적인 조건에서 공유 결합을 형성하지 않는다.
- 틀린 표현: ㄴ, ㄹ → 올바르게는 ㄴ, ㄷ이다.

⑤ X
- ㄷ은 산소로 맞지만, ㄹ은 네온으로 공유 결합 형성 원소로 고르지 않는다. ㄴ을 빠뜨리고 ㄹ을 포함한 것이 틀리다.
- 틀린 표현: ㄷ, ㄹ → 올바르게는 ㄴ, ㄷ이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전자 배치만 보고 원소 종류를 먼저 판별하지 않고, 최외각 전자가 있는 원소를 모두 결합 가능하다고 처리하는 데 있다. ㄱ은 최외각 전자가 1개지만 리튬 금속이고, ㄹ은 전자가 많아 보여도 네온의 안정한 비활성 기체 배치이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자 수를 세어 원소를 먼저 찾고, 금속 원소와 비활성 기체를 제외한 비금속 원소를 공유 결합 가능 원소로 판단한다. 이 문항에서는 ㄴ 질소와 ㄷ 산소만 남는다.

암기 포인트

공유 결합은 비금속끼리 전자쌍 공유, 알칼리 금속과 비활성 기체는 기본 선택지에서 제외한다.

NoteBase

문 24. 표는 25°C에서 금속 A ~ E와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위(E°)를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A ~ E는 임의의 원소 기호이며, 25°C에서 $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2$ $E^\circ = 0V$이다.)

반쪽 반응	$E^o(V)$
$A^{2+} + 2e^- \rightarrow A$	-1.03
$B^{2+} + 2e^- \rightarrow B$	-0.76
$C^{2+} + 2e^- \rightarrow C$	-0.13
$D^{2+} + 2e^- \rightarrow D$	$+0.34$
$E^+ + e^- \rightarrow E$	$+0.80$

<보기>

ㄱ. $D^{2+} + C \rightarrow D + C^{2+}$의 표준 전지 전위(E_전지^)는 0.47V이다.

ㄴ. A ~ E를 0.1M 염산에 넣었을 때 수소 기체가 발생하는 것은 2가지이다.

ㄷ. 가장 큰 표준 전지 전위(E_전지^)를 나타내는 전지는 A와 E의 반쪽 전지를 연결한 전지이다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 표준 환원 전위의 크기를 비교해 전지 전위, 산과의 반응성, 최대 전지 전위를 판단하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 표준 환원 전위는 A가 $-1.03V$, B가 $-0.76V$, C가 $-0.13V$, D가 $+0.34V$, E가 $+0.80V$이다.
전지에서는 표준 환원 전위가 큰 쪽이 환원되어 환원 전극, 작은 쪽이 산화되어 산화 전극이 된다.
수소 전극은 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$의 표준 환원 전위가 $0V$이므로, 표준 환원 전위가 수소보다 작은 금속은 산에서 산화되며 수소 기체를 발생시킬 수 있다.

사용할 공식

전지의 표준 전지 전위는 다음과 같다.
E^_전지 = E^_환원 전극 - E^_산화 전극
표준 전위는 세기 성질이므로 반응식을 맞추기 위해 전자 수를 곱해도 전위 값 자체에는 계수를 곱하지 않는다.

계산 과정

ㄱ. $D^{2+} + C \rightarrow D + C^{2+}$에서 D는 환원되고 C는 산화된다. 따라서 E^_전지=0.34-(-0.13)=0.47 V이다. ㄱ은 옳다.
ㄴ. 염산에서 수소 기체를 발생시키려면 금속이 산화되고 H^+가 환원되어야 한다. A, B, C의 표준 환원 전위는 모두 $0V$보다 작아 산에서 수소를 발생시킬 수 있고, D와 E는 $0V$보다 크므로 해당하지 않는다. 따라서 수소 기체가 발생하는 금속은 2가지가 아니라 3가지이다. ㄴ은 옳지 않다.
ㄷ. 가장 큰 표준 전지 전위는 가장 큰 환원 전위 $+0.80V$인 E 반쪽 전지를 환원 전극으로, 가장 작은 환원 전위 $-1.03V$인 A 반쪽 전지를 산화 전극으로 연결할 때 얻는다. 최대값은 $0.80 - (-1.03) = 1.83V$이다. ㄷ은 옳다.

NoteBase

선지 판단

① X
ㄱ만 옳다고 한 선택지이다. ㄱ은 맞지만 ㄷ도 옳으므로 불완전하다. 틀린 표현은 "ㄱ"만 고른 부분이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄷ"이다.

② X
ㄷ만 옳다고 한 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄱ도 옳으므로 불완전하다. 틀린 표현은 "ㄷ"만 고른 부분이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄷ"이다.

③ O
ㄱ과 ㄷ을 고른 선택지이다. ㄱ의 전지 전위는 0.47V이고, ㄷ의 최대 전지 전위 조합은 A와 E이므로 둘 다 옳다.

④ X
ㄴ과 ㄷ을 고른 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄴ은 수소 기체 발생 금속을 2가지라고 하여 틀리다. 틀린 표현은 "ㄴ"을 포함한 부분이고, 올바르게는 ㄴ을 제외한 "ㄱ, ㄷ"이다.

⑤ X
ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 선택지이다. ㄱ과 ㄷ은 맞지만 ㄴ이 틀리므로 모두 옳은 조합이 아니다. 틀린 표현은 "ㄴ"을 포함한 부분이고, 올바르게는 "ㄱ, ㄷ"이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 환원 전위의 부호와 전자 수이다. ㄱ에서 산화되는 C의 전위를 그대로 더하는 것이 아니라 환원 전위끼리 E^_환원 전극-E^_산화 전극로 계산해야 한다. 또한 ㄴ에서 수소보다 환원 전위가 작은 금속은 A, B, C 세 가지인데, D와 E처럼 양의 전위를 가진 금속까지 산에서 수소를 발생시킨다고 보면 선택지가 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

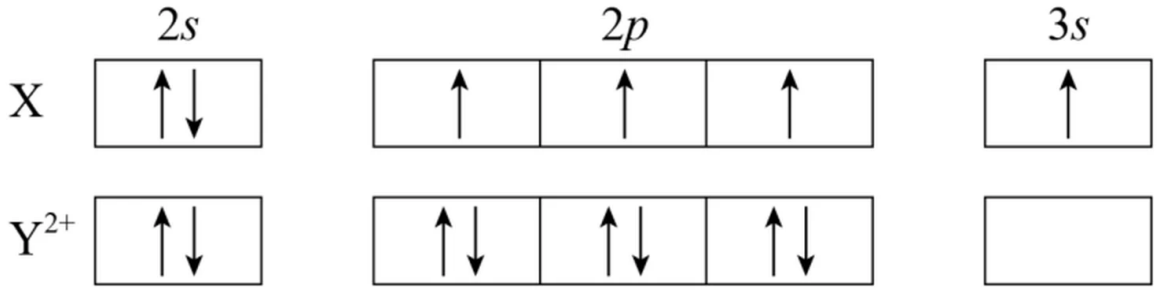
표준 환원 전위 문제는 먼저 환원 전위가 큰 물질을 환원 전극, 작은 물질을 산화 전극으로 정한다. 그다음 E^_전지=E^_환원 전극-E^_산화 전극를 적용하고, 산과의 반응성은 수소 전극의 0V와 비교한다.

암기 포인트

전위가 클수록 환원되기 쉽고, 금속의 환원 전위가 수소보다 작으면 산에서 수소를 발생시킨다. 최대 전지 전위는 가장 큰 환원 전위와 가장 작은 환원 전위를 연결할 때 나온다.

NoteBase

문 25. 그림은 원자 X와 이온 Y^{2+}의 전자 배치의 일부를 각각 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X, Y는 임의의 원소 기호이다.)



<보 기>

ㄱ. X의 전자 배치는 바닥 상태이다.

ㄴ. X와 Y는 같은 주기 원소이다.

ㄷ. X^{2-}와 Y^{2+}의 바닥 상태 전자 배치는 같다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 오비탈 상자 그림에서 원자 X와 이온 Y^{2+}의 전자 수와 들뜬 상태 여부를 읽고, 이온이 되었을 때의 바닥 상태 전자 배치를 비교하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

ㄱ. X

X의 그림은 $2s^2$, $2p^3$, $3s^1$로 나타나 있다. 바닥 상태라면 낮은 에너지 준위인 $2p$를 먼저 채워야 하므로, $3s$에 전자가 들어가 있는 이 배치는 바닥 상태가 아니다. 틀린 표현은 "X의 전자 배치는 바닥 상태이다"이고, 올바르게는 "X의 전자 배치는 들뜬 상태이다"이다.

ㄴ. X와 Y

X는 전체 전자 수가 $1s^2$를 포함해 8개이므로 산소에 해당하고, 바닥 상태 최외각 전자는 $n=2$ 껍질에 있으므로 2주기 원소이다. Y^{2+}는 $1s^2 2s^2 2p^6$의 10개 전자 배치를 가지므로 중성 원자 Y는 전자 12개, 즉 마그네슘에 해당하며 3주기 원소이다. 틀린 표현은 "X와 Y는 같은 주기 원소이다"이고, 올바르게는 "X는 2주기, Y는 3주기 원소이다"이다.

ㄷ. X^{2-}와 Y^{2+}

X가 산소이면 X^{2-}는 전자 2개를 더 얻어 $1s^2 2s^2 2p^6$이 된다. Y^{2+}도 그림에서 $1s^2 2s^2 2p^6$의 네온형 배치를 가지므로 두 이온의 바닥 상태 전자 배치는 같다. 따라서 ㄷ은 옳다.

① X

ㄱ만 고른 선택지이다. ㄱ은 X의 $3s$ 전자 때문에 들뜬 상태가 되므로 틀리다. 올바른 선택은 ㄷ만이다.

② O

ㄷ만 고른 선택지이다. ㄷ은 X^{2-}와 Y^{2+}가 모두 $1s^2 2s^2 2p^6$ 배치를 갖는다는 설명이므로 옳다.

③ X

ㄱ, ㄴ을 고른 선택지이다. ㄱ은 X가 바닥 상태라는 점이 틀리고, ㄴ은 X와 Y가 같은 주기라는 점이 틀리다. 올바른 선택은 ㄷ만이다.

④ X

ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀렸으므로 선택지 전체는 옳지 않다. 올바른 선택은 ㄷ만이다.

⑤ X

ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 선택지이다. ㄷ은 옳지만 ㄱ과 ㄴ이 틀렸으므로 선택지 전체는 옳지 않다. 올바른 선택은 ㄷ만이다.

NoteBase

오답 포인트

X의 $2p$에 빈자리 없이 전자가 3개만 보인다는 점과 $3s$에 전자 1개가 있다는 점을 함께 보아야 한다. $3s$ 전자를 보고 X를 3주기 원소로 착각하면 ㄴ을 고르기 쉽지만, 이는 들뜬 상태의 전자이지 바닥 상태 최외각 전자가 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자 배치 그림에서는 먼저 총 전자 수로 원소를 정하고, 그다음 낮은 에너지 준위가 다 채워지기 전에 높은 준위에 전자가 있는지 확인해 바닥 상태와 들뜬 상태를 구분한다. 이온 비교에서는 전자를 얻거나 잃은 뒤의 총 전자 수와 바닥 상태 배치를 다시 계산한다.

암기 포인트

산소 원자의 바닥 상태는 $1s^2 2s^2 2p^4$이고, 산화 이온 O^{2-}과 마그네슘 이온 Mg^{2+}은 모두 네온형 $1s^2 2s^2 2p^6$ 배치이다.

NoteBase