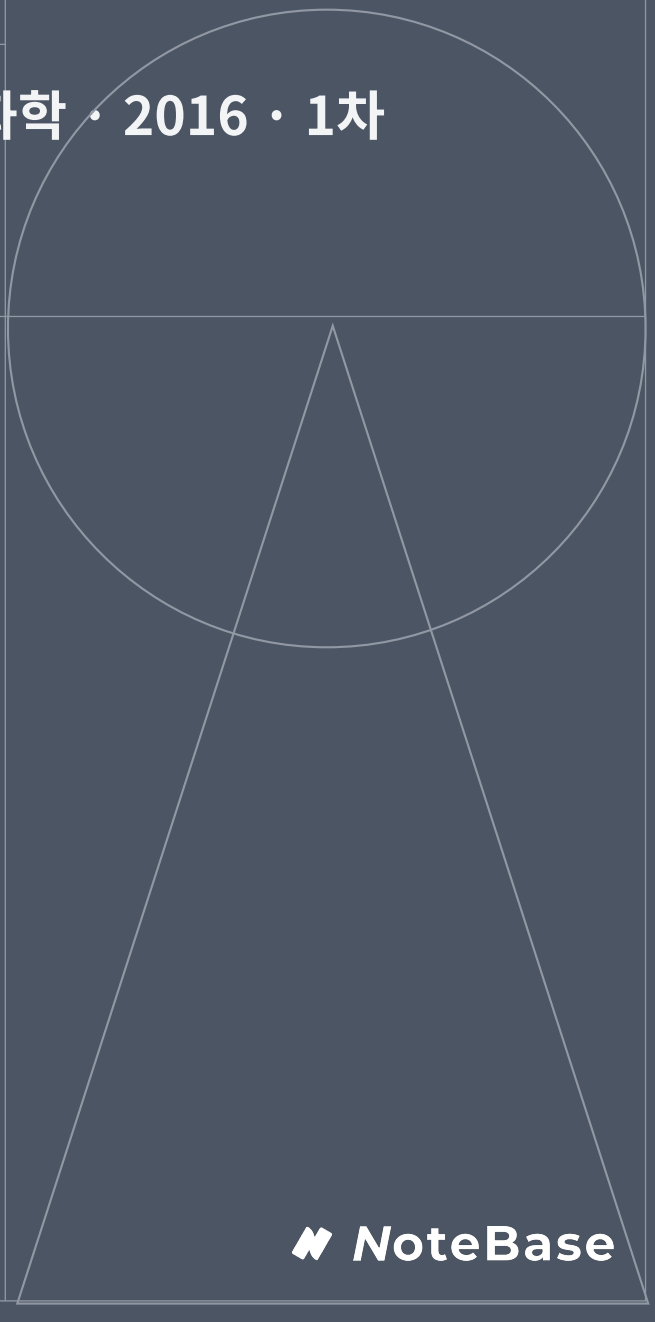
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2016 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2016 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2016 · 1차

문 1. 다음 표는 황산화물 A, B 속에 들어 있는 황과 산소의 질량관계를 나타낸 것이다. 산화물 A, B에서 일정량의 황과 결합하는 산소의 질량비로 옳은 것은?

황의 산화물	황의 질량(g)	산소의 질량(g)
A	16	16
B	32	48

① 1 : 1

② 1 : 2

③ 2 : 1

④ 2 : 3

정답 4번

출제 포인트

서로 다른 화합물에서 일정량의 한 원소와 결합하는 다른 원소의 질량비를 구하는 문제이다. 비교 기준인 황의 질량을 같게 맞춘 뒤 산소의 질량을 비교한다.

조건 정리

산화물 A에는 황 $16g$과 산소 $16g$이 들어 있다. 산화물 B에는 황 $32g$과 산소 $48g$이 들어 있다. 구해야 하는 것은 같은 질량의 황과 결합하는 산소의 질량비 A:B이다.

사용할 공식

각 산화물의 황에 대한 산소의 질량비 m_O/m_S를 비교한다. 황의 질량이 서로 다르므로 한쪽 자료를 비례 환산하여 황의 질량을 같게 만들어야 한다.

NoteBase

계산 과정

A는 황 16g에 산소 16g이 결합한다. B의 황 32g을 16g으로 맞추면 산소도 절반인 24g이 된다. 따라서 일정량의 황과 결합하는 산소의 질량비는 $A : B = 16 : 24 = 2 : 3$이다.

선지 판단

① X — 1 : 1은 A에서 황과 산소의 질량비만 나타낸 값이다. 두 산화물의 산소 질량비는 2 : 3이다.
② X — 1 : 2는 B의 황 질량을 같게 맞추지 않고 잘못 비교한 값이다. 올바르게 환산하면 B의 산소 질량은 24g이므로 16 : 24 = 2 : 3이다.
③ X — 2 : 1은 요구한 A:B의 관계와 맞지 않는다. 일정량의 황과 결합하는 산소는 A가 16g, B가 24g이므로 2 : 3이다.
④ O — 황을 각각 16g으로 통일하면 산소의 질량이 A:B=16 : 24 = 2 : 3이 된다.

오답 포인트

표에 제시된 산소의 질량 16g과 48g을 바로 비교하면 안 된다. 두 산화물에 들어 있는 황의 질량이 서로 다르므로, 먼저 황의 질량을 같게 맞추어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘일정량의 한 원소와 결합하는 질량비’를 물으면 기준 원소의 질량을 먼저 통일하고, 그때 결합하는 다른 원소의 질량만 비교한다.

암기 포인트

기준 원소의 질량을 같게 맞춘 뒤 결합 질량을 비교한다. 이 문항에서는 황을 16g으로 맞추면 산소가 16g, 24g이므로 2 : 3이다.

NoteBase

문 2. 화산지역에서 채취한 어떤 기체의 화학식은 AO_2인데, 표준상태(0°C, 1기압)에서 이 기체 11.2L의 질량을 측정하였더니 32g이었다. A의 원자량은?(단, A는 임의의 원소기호이며 산소의 원자량은 16이다.)

① 24

② 32

③ 40

④ 48

정답 2번

출제 포인트

표준상태에서 기체의 부피로 몰수를 구한 뒤, 질량과 몰수로 몰질량을 계산하여 원자량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 표준상태 $0^\circ C$, $1atm$에서 기체 AO_2의 부피는 $11.2L$, 질량은 $32g$이다.
구해야 할 값: A의 원자량이다.
주의할 조건: 표준상태에서 기체 $1mol$의 부피는 $22.4L$이며, 산소 원자 2개의 원자량 합은 $2 \times 16 = 32$이다.

사용할 공식

$n = \frac{V}{22.4L/mol}$
$M = \frac{m}{n}$
$M(AO_2) = A + 2 \times 16$
표준상태의 기체는 몰부피가 $22.4L/mol$이므로 부피에서 몰수를 구할 수 있고, 몰질량은 질량을 몰수로 나눈 값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 기체의 몰수는 $n = 11.2L \div 22.4L/mol = 0.5mol$이다.
2. 기체의 몰질량은 $M = 32g \div 0.5mol = 64g/mol$이다.
3. AO_2의 상대분자질량은 $A + 2 \times 16 = A + 32$이므로 $A + 32 = 64$이다.
4. 따라서 $A = 32$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 24는 계산 결과와 다르다. A의 원자량은 24가 아니라 32이다.
② O — $A + 32 = 64$에서 $A = 32$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 40은 계산 결과와 다르다. A의 원자량은 40이 아니라 32이다.
④ X — 48은 계산 결과와 다르다. A의 원자량은 48이 아니라 32이다.
계산 결과 $A = 32$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

$11.2L$를 $1mol$로 보면 몰질량 계산이 틀어진다. 표준상태에서 $11.2L$는 $22.4L$의 절반이므로 $0.5mol$이다. 또한 64는 기체 AO_2 전체의 몰질량이므로, 여기서 산소 원자 2개의 원자량 합인 32를 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

표준상태 기체 문제는 부피를 $22.4L/mol$로 나누어 몰수를 구하고, 질량을 몰수로 나누어 몰질량을 구한 다음, 화학식에 포함된 다른 원자들의 원자량 합을 뺀다.

암기 포인트

표준상태에서 $22.4L = 1mol$이고, 몰질량은 $M = m/n$이다.

NoteBase

문 3. 일정한 온도와 압력에서 같은 부피의 가늘고 긴 2개의 원통 안에 헬륨(He) 기체와 XO_2 기체를 확산시켰다. 이때 헬륨 기체가 10.0cm 이동하는 동안 XO_2 기체는 2.5cm 이동하였다. 원소 X의 원자량은 얼마인가? (단, X는 임의의 원소 기호이며, He과 O의 원자량은 각각 4, 16이다.)

① 16

② 24

③ 32

④ 64

정답 3번

출제 포인트

그레이엄의 확산 법칙을 이용해 기체의 이동 거리비로부터 XO_2의 몰질량을 구한 뒤 X의 원자량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

같은 시간 동안 He의 이동 거리는 $10.0cm$, XO_2의 이동 거리는 $2.5cm$이다.
같은 온도와 압력에서 이동 거리비는 확산 속도비와 같다.
$M_{He} = 4$, $M_{XO_2} = M_X + 2 \times 16$이다.

사용할 공식

그레이엄의 확산 법칙은 다음과 같다.
$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$
기체의 확산 속도는 몰질량의 제곱근에 반비례한다. 두 기체가 같은 시간 동안 이동했으므로 속도비 대신 이동 거리비를 사용할 수 있다.

계산 과정

1. 이동 거리비를 구한다.
$\frac{v_{He}}{v_{XO_2}} = \frac{10.0}{2.5} = 4$
2. 그레이엄의 법칙에 대입한다.
$4 = \sqrt{\frac{M_{XO_2}}{4}}$
3. 양변을 제곱하면 $M_{XO_2} = 64$이다.
4. 산소 원자 2개의 질량을 뺀다.
$M_X = 64 - 2 \times 16 = 32$
따라서 X의 원자량은 32이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 16은 산소 한 원자의 원자량일 뿐 계산된 X의 원자량이 아니다. ①의 16은 32로 고쳐야 한다.
② X — 그레이엄의 법칙으로 구한 XO_2의 몰질량 64에서 산소 두 원자의 질량 32를 빼면 32이므로 24가 아니다. ②의 24는 32로 고쳐야 한다.
③ O — $M_X = 64 - 2 \times 16 = 32$이므로 옳다.
④ X — 64는 X의 원자량이 아니라 XO_2 전체의 몰질량이다. ④의 64는 32로 고쳐야 한다.

오답 포인트

이동 거리비 4를 몰질량비로 그대로 사용하면 안 된다. 확산 속도비는 몰질량비의 제곱근이므로 거리비를 반드시 제곱해야 한다. 또한 계산된 64는 XO_2의 몰질량이므로 X의 원자량을 구하려면 산소 두 원자의 질량 32를 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 시간 동안의 확산 거리비를 속도비로 놓고, 그레이엄의 법칙에 따라 그 비를 제곱해 몰질량비를 구한다. 화합물의 몰질량이 나오면 이미 알고 있는 원자들의 질량을 빼서 미지 원소의 원자량을 계산한다.

암기 포인트

확산 속도는 몰질량의 제곱근에 반비례한다. 거리비 4이면 몰질량비는 16이다.

NoteBase

문 4. 0℃, 2기압의 산소 5.6L 속에 들어 있는 산소의 분자수는 얼마인가?

① 3.01×10^{23}개

② 6.02×10^{23}개

③ 12.04×10^{23}개

④ 1.5×10^{23}개

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 같은 온도에서 기체의 압력과 부피를 표준 상태의 부피로 환산한 뒤, 아보가드로수를 이용해 분자 수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 산소 기체의 온도는 $0^\circ C$, 압력은 $2atm$, 부피는 $5.6L$이다.
구해야 할 값: 산소 분자의 수이다.
주의할 조건: $0^\circ C$, $1atm$에서 기체 $1mol$의 부피는 $22.4L$이며, 문제의 압력은 $2atm$이다.

사용할 공식

같은 온도에서는 보일 법칙에 따라 $P_1V_1 = P_2V_2$가 성립한다. 또한 분자 수는 $N = nN_A$이고,
$N_A = 6.02 \times 10^{23} mol^{-1}$이다.
온도가 일정하므로 먼저 $2atm$에서의 부피를 $1atm$에서의 부피로 환산하고, 표준 상태의 몰 부피로 몰수를 구할 수 있다.

계산 과정

1. 같은 온도에서 $2atm$의 $5.6L$를 $1atm$ 기준으로 환산한다.
$V_{1atm} = \frac{2atm}{1atm} \times 5.6L = 11.2L$
2. 산소의 몰수를 구한다.
$n = \frac{11.2L}{22.4L/mol} = 0.5mol$
3. 아보가드로수를 곱해 분자 수를 구한다.
N=0.5 mol×6.02×10^23 mol^-1=3.01×10^23개

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과 산소 분자 수가 3.01×10^{23}개이므로 옳다.
② X — 6.02×10^{23}개는 $1mol$의 분자 수이지만, 주어진 산소는 $0.5mol$이다. 틀린 값 6.02×10^{23}개는 3.01×10^{23}개로 고쳐야 한다.
③ X — 12.04×10^{23}개는 $2mol$에 해당하여 실제 몰수 $0.5mol$의 네 배이다. 틀린 값 12.04×10^{23}개는 3.01×10^{23}개로 고쳐야 한다.
④ X — 1.5×10^{23}개는 압력 $2atm$을 반영하지 않고 $5.6/22.4 = 0.25mol$로 계산할 때 나오는 값이다. 압력을 반영하면 $0.5mol$이므로 3.01×10^{23}개로 고쳐야 한다.

오답 포인트

핵심 함정은 $5.6L$만 보고 $22.4L$와 바로 비교하는 것이다. 몰 부피 $22.4L/mol$는 $0^\circ C$, $1atm$ 조건의 값이므로, 먼저 $2atm$을 반영해야 한다. 또한 산소 원자 수가 아니라 산소 분자 수를 묻고 있으므로 O_2의 원자 수를 구하기 위한 2배를 하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 입자 수 문제에서는 온도와 압력을 먼저 확인하고, 주어진 기체를 기준 상태의 부피로 환산한 뒤 몰수와 입자 수의 순서로 계산한다. 마지막에는 원자·분자·이온 중 무엇의 개수를 묻는지 확인한다.

암기 포인트

$0^\circ C$, $1atm$에서 기체 $1mol = 22.4L = 6.02 \times 10^{23}$개의 분자이며, 같은 온도에서는 압력이 두 배이면 같은 몰수의 부피는 절반이 된다.

NoteBase

문 5. 산화-환원 반응이 아닌 것은?

① $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

② $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

③ $HClO_4 + NH_3 \rightarrow NH_4ClO_4$

④ $2AgNO_3 + Cu \rightarrow 2Ag + Cu(NO_3)_2$

정답 3번

출제 포인트

반응 전후 원소의 산화수가 변하는지를 확인하여 산화-환원 반응과 산-염기 반응을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

산화-환원 반응은 전자의 이동으로 원소의 산화수가 변하는 반응이다. 산화는 산화수의 증가, 환원은 산화수의 감소이다. 반면 산-염기 반응은 양성자 H^+의 이동이 핵심이며, 반응 전후 모든 원소의 산화수가 그대로라면 산화-환원 반응이 아니다.

선지별 해설

① X

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$에서 N의 산화수는 0에서 -3으로 감소하고 H의 산화수는 0에서 +1로 증가한다. 따라서 '산화-환원 반응이 아니다'라는 판정은 틀리며, 올바르게는 산화-환원 반응이다.

② X

$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$에서 과산화수소의 O는 산화수 -1이다. 이 O가 물에서는 -2로 감소하고 산소에서는 0으로 증가하므로 한 원소가 동시에 산화·환원되는 불균등화 반응이다. 따라서 '산화-환원 반응이 아니다'라는 판정은 틀리며, 올바르게는 산화-환원 반응이다.

③ O

$HClO_4 + NH_3 \rightarrow NH_4ClO_4$에서 Cl은 +7, N은 -3으로 반응 전후 산화수가 변하지 않는다. 이는 $HClO_4$가 NH_3에 양성자를 주어 NH_4^+와 ClO_4^-를 만드는 산-염기 반응이므로 산화-환원 반응이 아니다.

④ X

$2AgNO_3 + Cu \rightarrow 2Ag + Cu(NO_3)_2$에서 Cu의 산화수는 0에서 +2로 증가하고 Ag의 산화수는 +1에서 0으로 감소한다. 따라서 '산화-환원 반응이 아니다'라는 판정은 틀리며, 올바르게는 Cu가 산화되고 Ag^+가 환원되는 산화-환원 반응이다.

NoteBase

오답 포인트

②는 한 물질인 H_2O_2가 분해되므로 단순 분해 반응으로만 보기 쉽다. 그러나 과산화물에서 O의 산화수는 -1이며, 생성물에서 -2와 0으로 갈라지므로 산화-환원 반응이다. ③은 염이 생성되지만 산화수 변화는 없다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 반응에서 산화수가 바뀔 가능성이 큰 원소를 정해 반응물과 생성물의 산화수를 비교한다. 하나는 증가하고 다른 하나는 감소하면 산화-환원 반응이고, 모든 원소의 산화수가 같으면 산화-환원 반응이 아니다. 과산화물의 O는 -1이라는 예외를 함께 적용한다.

암기 포인트

산화수 변화가 있으면 산화-환원, 양성자만 이동하고 산화수가 그대로이면 산-염기 반응이다. 과산화물의 O는 -1이다.

NoteBase

문 6. 다음 보기의 탄화수소를 탄소 원자들 사이의 결합 길이가 짧은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

(가) C_2H_2 (나) C_2H_4 (다) C_2H_6 (라) C_6H_6

① (가) < (나) < (다) < (라)
② (가) < (나) < (라) < (다)
③ (라) < (가) < (다) < (나)
④ (라) < (다) < (가) < (나)

정답 2번

출제 포인트

탄소 원자 사이의 결합 차수와 결합 길이의 관계를 묻는 문제이다. 결합 차수가 클수록 결합 전자 밀도가 커지고 두 원자핵이 더 강하게 끌리므로 결합 길이가 짧아진다.

핵심 개념

탄소-탄소 결합 길이는 일반적으로 삼중 결합 < 이중 결합 < 방향족 결합 < 단일 결합의 순서이다. 따라서 C_2H_2의 $C \equiv C$가 가장 짧고, C_2H_4의 $C = C$, C_6H_6의 방향족 탄소-탄소 결합, C_2H_6의 $C - C$ 순으로 길어진다. 벤젠의 모든 탄소-탄소 결합은 공명 때문에 단일 결합과 이중 결합의 중간 성격을 가지며 길이도 그 사이이다.

선지별 해설

① X — (가)<(나)까지는 맞지만, (다)<(라)가 틀렸다. 단일 결합인 (다)가 방향족 결합인 (라)보다 길므로 올바르게는 (가)<(나)<(라)<(다)이다.
② O — (가)의 삼중 결합, (나)의 이중 결합, (라)의 방향족 결합, (다)의 단일 결합 순으로 결합 길이가 길어진다.
③ X — (라)를 가장 짧게 둔 부분과 (나)를 가장 길게 둔 부분이 틀렸다. 삼중 결합인 (가)가 가장 짧고 단일 결합인 (다)가 가장 길므로 올바르게는 (가)<(나)<(라)<(다)이다.
④ X — (라)<(다)<(가)<(나) 전체 순서가 결합 차수에 따른 길이 관계와 맞지 않는다. 올바르게는 삼중 결합부터 단일 결합까지 (가)<(나)<(라)<(다)이다.

오답 포인트

벤젠을 단일 결합과 이중 결합이 번갈아 고정된 구조로 보아 서로 다른 결합 길이가 있다고 판단하기 쉽다. 실제 벤젠의 여섯 탄소-탄소 결합은 공명으로 모두 같으며, 그 길이는 이중 결합보다 길고 단일 결합보다 짧다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 물질의 탄소-탄소 결합을 삼중·이중·방향족·단일 결합으로 분류한 뒤, 결합 차수가 클수록 결합 길이가 짧다는 기준을 적용한다. 벤젠의 방향족 결합은 단일 결합과 이중 결합의 중간으로 놓는다.

NoteBase

암기 포인트

결합 길이: 삼중 < 이중 < 방향족 < 단일이다.

NoteBase

문 7. 다음 중 일정한 압력 하에서 10°C의 기체가 2배로 팽창할 수 있는 온도로 옳은 것은?

① 200°C

② 240°C

③ 283°C

④ 293°C

정답 4번

출제 포인트

일정한 압력에서 기체의 부피와 절대온도의 관계인 샤를 법칙을 이용해 부피가 2배가 되는 온도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 온도는 $10^\circ C = 283K$이고, 나중 부피는 처음 부피의 2배이다.
구해야 할 값: 부피가 2배가 될 때의 섭씨온도이다.
주의할 조건: 샤를 법칙의 온도는 섭씨온도가 아니라 절대온도 K로 계산한다.

사용할 공식

일정한 압력에서는 샤를 법칙에 따라
$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
가 성립한다. 압력이 일정하고 기체의 부피 변화와 온도의 관계를 묻고 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 처음 온도를 절대온도로 바꾸면 $T_1 = 10 + 273 = 283K$이다.
2. $V_2 = 2V_1$이므로 $T_2 = 2T_1 = 2 \times 283 = 566K$이다.
3. 이를 섭씨온도로 바꾸면 $566 - 273 = 293^\circ C$이다.

선지 판단

① X — $200^\circ C = 473K$이므로 처음 절대온도 283K의 2배가 아니다. 틀린 값 $200^\circ C$는 $293^\circ C$로 고쳐야 한다.
② X — $240^\circ C = 513K$이므로 부피를 2배로 만드는 566K에 미치지 못한다. 틀린 값 $240^\circ C$는 $293^\circ C$로 고쳐야 한다.
③ X — $283^\circ C = 556K$이며, 283K의 2배인 566K와 다르다. 틀린 값 $283^\circ C$는 $293^\circ C$로 고쳐야 한다.
④ O — $293^\circ C = 566K$이고 이는 처음 절대온도 283K의 정확히 2배이므로 부피도 2배가 된다.

NoteBase

오답 포인트

가장 큰 함정은 섭씨온도를 그대로 비례식에 넣는 것이다. 특히 ③의 283 °C는 처음 온도 10 °C를 283K로 바꾼 값과 단위를 혼동하게 만든다. 온도 비례 계산은 반드시 켈빈으로 한 뒤 마지막에 섭씨온도로 환산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

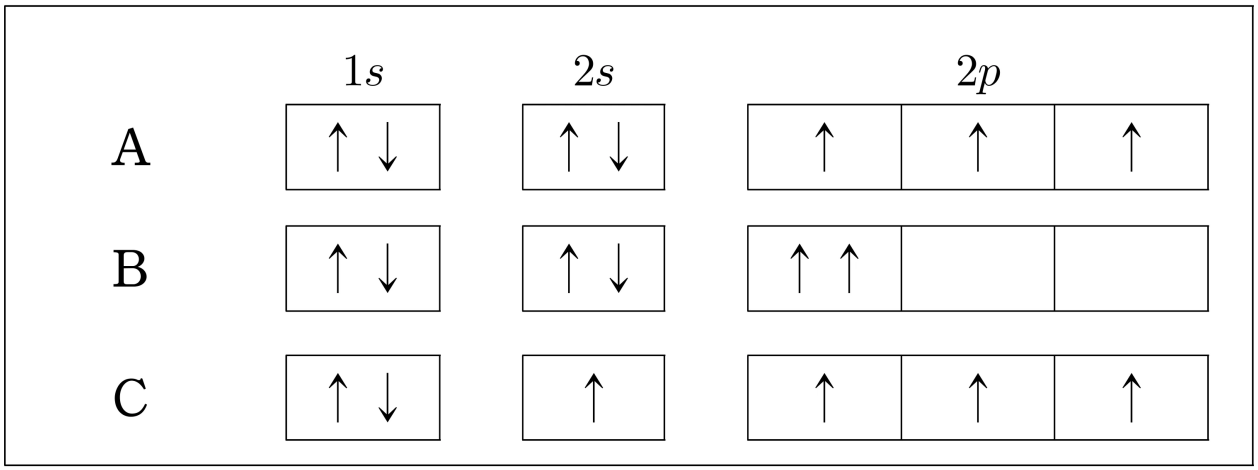
압력이 일정한 기체의 부피 변화 문제에서는 섭씨온도를 켈빈으로 변환한 뒤 $V_1/T_1 = V_2/T_2$를 적용하고, 구한 절대온도를 다시 섭씨온도로 바꾸어 선지와 비교한다.

암기 포인트

일정 압력에서 $V \propto T$이며, 여기서 T는 반드시 절대온도 K이다.

NoteBase

문 8. 다음은 중성 원자 A~C의 전자 배치를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오. (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)



① A의 원자가 전자 수는 3개이다.

② B는 파울리 배타 원리를 만족한다.

③ C의 양성자 수는 6개이다.

④ A와 C는 바닥상태에서 홀전자 수가 같다.

정답 3번

출제 포인트

오비탈 상자 속 화살표 수와 배치를 읽어 전체 전자 수, 원자가 전자 수, 홀전자 수 및 파울리 배타 원리의 충족 여부를 판단하는 문제이다. 중성 원자는 전자 수와 양성자 수가 같다.

NoteBase

선지별 해설

① X
A의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$이므로 가장 바깥 전자껍질인 $n = 2$에 전자가 5개 있다. 따라서 '원자가 전자 수는 3개'가 틀렸으며, 올바르게는 A의 원자가 전자 수는 5개이다.

② X
B의 $2p$ 오비탈 하나에 같은 방향의 스핀을 가진 전자 2개가 들어 있다. 하나의 오비탈에 들어가는 두 전자는 스핀 방향이 서로 반대여야 하므로 파울리 배타 원리를 위반한다. 따라서 '파울리 배타 원리를 만족한다'가 틀렸으며, 올바르게는 B는 파울리 배타 원리를 만족하지 않는다.

③ O
C에는 $1s$ 오비탈의 전자 2개, $2s$ 오비탈의 전자 1개, $2p$ 오비탈의 전자 3개로 총 6개의 전자가 있다. C는 중성 원자이므로 양성자 수도 6개이다.

④ X
A는 질소 원자에 해당하며 바닥상태 $1s^2 2s^2 2p^3$에서 홀전자가 3개이다. C는 전자 수가 6인 탄소 원자이고, 제시된 것은 들뜬상태 $1s^2 2s^1 2p^3$이다. 탄소의 바닥상태는 $1s^2 2s^2 2p^2$이므로 홀전자는 2개이다. 따라서 '바닥상태에서 홀전자 수가 같다'가 틀렸으며, 올바르게는 바닥상태에서 A의 홀전자는 3개, C의 홀전자는 2개이다.

오답 포인트

①은 $2p$ 전자만 세어 원자가 전자라고 착각하게 만든다. 원자가 전자는 가장 바깥 전자껍질의 $2s$와 $2p$ 전자를 모두 센다. ④는 C에 제시된 들뜬상태의 홀전자 수 4개를 그대로 비교하는 것이 아니라, 원자 번호로 원소를 확인한 뒤 각 원소의 바닥상태 전자 배치를 다시 써야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 모든 화살표를 세어 중성 원자의 원자 번호를 정한다. 원자가 전자는 가장 큰 주양자수의 전자를 모두 세고, 파울리 배타 원리는 같은 오비탈의 두 화살표가 반대 방향인지 확인한다. 바닥상태의 홀전자 수를 물으면 제시된 배치가 들뜬상태인지 확인한 뒤 바닥상태 배치로 되돌려 센다.

암기 포인트

중성 원자는 전자 수=양성자 수이고, 한 오비탈의 두 전자는 반대 스핀이며, 원자가 전자는 가장 바깥 전자껍질의 전자 전체이다.

NoteBase

문 9. 물질 (가) ~ (라)에서 밑줄 친 원자의 산화수를 모두 합한 값은 얼마인가?
(단, 전기음성도는 F > O > Cl > H 이다.)

(가) $H\underline{Cl}$ (나) $H\underline{Cl}O$ (다) $H_2\underline{O}_2$ (라) $\underline{O}F_2$

① -3

② -1

③ 0

④ +1

정답 4번

출제 포인트

전기음성도와 산화수 규칙을 이용하여 각 물질에서 밑줄 친 원자의 산화수를 구한 뒤 합하는 문제이다.

조건 정리

중성 분자에서 모든 원자의 산화수 합은 0이다. 수소는 이 물질들에서 $+1$, 플루오린은 항상 -1이다. 산소는 보통 -2이지만 과산화물에서는 -1이고, 플루오린과 결합한 경우에는 플루오린보다 전기음성도가 작으므로 양의 산화수를 가질 수 있다.

사용할 원리

각 중성 분자에 대해 산화수의 합을 0으로 둔다.

HCl: $(+1) + x = 0$
HClO: $(+1) + x + (-2) = 0$
H_2O_2: 과산화물의 산소는 -1
OF_2: $x + 2(-1) = 0$

계산 과정

(가) HCl의 밑줄 친 Cl: -1
(나) HClO의 밑줄 친 Cl: $+1$
(다) H_2O_2의 밑줄 친 O: -1
(라) OF_2의 밑줄 친 O: $+2$

따라서 합은 $(-1) + (+1) + (-1) + (+2) = +1$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — '−3'은 틀린 값이다. 네 산화수의 합은 +1이다. 특히 OF_2의 산소를 보통의 산소처럼 −2로 처리하면 나오는 오답이며, 올바르게는 +1이다.
② X — '−1'은 계산 결과와 다르다. 올바르게는 +1이다.
③ X — '0'은 계산 결과와 다르다. 올바르게는 +1이다.
④ O — 네 산화수의 합이 +1이므로 옳다.

오답 포인트

산소의 산화수를 언제나 −2로 두는 것이 핵심 함정이다. H_2O_2는 과산화물이므로 산소가 −1이고, OF_2에서는 플루오린이 더 전기음성도가 크므로 산소가 +2이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 플루오린을 −1, 수소를 일반적으로 +1로 정한 뒤 중성 분자의 산화수 합을 0으로 맞춘다. 산소가 들어 있으면 과산화물인지 또는 플루오린과 결합했는지를 확인한 후 계산한다.

암기 포인트

산소는 보통 −2, 과산화물에서는 −1, OF_2에서는 +2이다.

NoteBase

문 10. 다음 중 일시적으로 센물을 끓이면 단물이 되는 이유로 옳은 것은?

① Ca^{2+} 및 Mg^{2+}의 염화물이 침전된다.

② Ca^{2+} 및 Mg^{2+}의 탄산염이 침전된다.

③ Ca^{2+} 및 Mg^{2+}의 탄산염이 분해된다.

④ Ca^{2+} 및 Mg^{2+}의 황산염이 분해된다.

정답 2번

출제 포인트

일시적 센물의 원인 물질인 칼슘·마그네슘의 탄산수소염이 끓일 때 불용성 침전으로 바뀌는 원리를 묻는 문제이다.

핵심 개념

일시적 센물은 주로 $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$와 같은 탄산수소염 때문에 생긴다. 물을 끓이면 이 탄산수소염이 분해되어 난용성 탄산염 침전을 만들고, 물속의 Ca^{2+}와 Mg^{2+} 농도가 감소하여 단물이 된다. 일반적인 반응은 $M(HCO_3)_2(aq) \rightarrow MCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$로 나타낼 수 있다. 반면 염화물과 황산염에 의한 센물은 영구적 센물이며 끓이는 것만으로 제거되지 않는다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '염화물이 침전된다'이다. 칼슘과 마그네슘의 염화물은 물에 잘 녹으며 끓여도 침전하여 제거되지 않는다. 올바르게는 일시적 센물에서 칼슘과 마그네슘의 탄산염이 침전된다고 해야 한다.

② O — 탄산수소칼슘과 탄산수소마그네슘이 가열로 분해되면서 난용성 탄산염이 침전하므로 경도 유발 이온의 농도가 감소한다.

③ X — 틀린 표현은 '탄산염이 분해된다'이다. 분해되는 것은 용해된 탄산수소염이고, 탄산염은 그 결과 생성되어 침전한다.

④ X — 틀린 표현은 '황산염이 분해된다'이다. 칼슘과 마그네슘의 황산염은 영구적 센물의 원인으로, 끓여도 쉽게 분해·제거되지 않는다. 올바르게는 탄산수소염이 분해되어 탄산염이 침전한다고 해야 한다.

오답 포인트

③은 '탄산수소염이 분해된다'와 '탄산염이 침전된다'를 뒤바꾼 함정이다. 또한 염화물과 황산염은 영구적 센물의 원인이므로 단순 가열로 제거되지 않는다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

센물을 끓여 단물이 된다고 하면 먼저 일시적 센물의 탄산수소염을 떠올린다. 가열 과정에서는 탄산수소염이 분해되고, 생성된 난용성 탄산염이 침전하여 Ca^{2+}와 Mg^{2+}가 물에서 제거된다고 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

일시적 센물은 탄산수소염, 끓이면 탄산염 침전이다. 염화물·황산염은 영구적 센물이다.

NoteBase

문 11. 다음 첨가 반응의 생성물은?

$CH_3CH=CH_2 + HBr \rightarrow$ 생성물

① $CH_3CH_2CH_2Br$

② $CH_3CHBrCH_3$

③ $BrCH_2CH_2CH_2Br$

④ $CH_3CHBrCH_2Br$

정답 1번

출제 포인트

과산화물 ROOR 존재하에서 프로펜에 HBr이 첨가될 때 브로민의 결합 위치를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

과산화물 조건의 HBr 첨가는 라디칼 연쇄 반응으로 진행되며, 브로민이 이중 결합의 치환도가 낮은 탄소에 결합하는 anti-Markovnikov 첨가가 일어난다. 따라서 $CH_3CH=CH_2$에서는 말단 탄소에 Br이 결합하여 $CH_3CH_2CH_2Br$이 생성된다.

선지별 해설

① O — $CH_3CH_2CH_2Br$은 브로민이 말단 탄소에 결합한 anti-Markovnikov 첨가 생성물이므로 옳다.
② X — $CH_3CHBrCH_3$은 브로민이 가운데 탄소에 결합한 Markovnikov 첨가 생성물이다. 이 반응의 ROOR 조건에서는 $CH_3CH_2CH_2Br$이 생성된다.
③ X — $BrCH_2CH_2CH_2Br$에는 브로민 원자가 두 개 들어 있으므로 한 분자의 HBr이 이중 결합에 첨가된 생성물이 아니다. 올바른 생성물은 브로민 원자가 하나인 $CH_3CH_2CH_2Br$이다.
④ X — $CH_3CHBrCH_2Br$은 이웃한 두 탄소에 브로민이 하나씩 결합한 이브로민화물로, HBr 첨가 생성물이 아니다. 올바른 생성물은 $CH_3CH_2CH_2Br$이다.

오답 포인트

②는 일반적인 Markovnikov 첨가 생성물과 혼동하게 만든 선지이다. 반응식 위의 ROOR을 놓치면 브로민이 가운데 탄소에 붙는다고 잘못 판단하기 쉽다. ③과 ④는 HBr 한 분자의 첨가에서 브로민 원자가 하나만 도입된다는 점을 놓치게 하는 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

알켄과 HBr의 반응에서 ROOR이 보이면 라디칼 anti-Markovnikov 첨가로 판단한다. 먼저 브로민을 치환도가 낮은 탄소에 배치하고, 수소를 다른 탄소에 배치하여 생성물을 정한다.

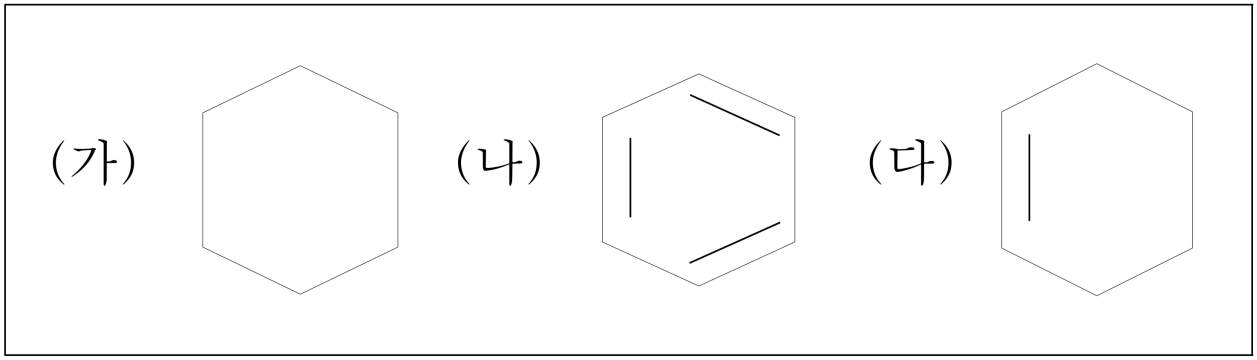
NoteBase

암기 포인트

HBr + ROOR: 브로민은 덜 치환된 탄소에 결합한다.

NoteBase

문 12. 그림은 3가지 탄화수소 (가) ~ (다)의 구조식을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① (다)는 불포화 탄화수소이다.

② (나)에서 구성원자는 동일 평면에 있다.

③ (가)는 고리모양의 탄화수소로 결합각이 109.5°에 가깝다.

④ 1분자를 완전 연소시킬 때 생성되는 물 분자의 수는 (가) < (다)이다.

정답 4번

출제 포인트

선각 구조식에서 단일 결합만 있는 사이클로헥세인 (가), 세 개의 이중 결합이 교대로 있는 벤젠 (나), 한 개의 이중 결합이 있는 사이클로헥센 (다)를 구별하고, 결합 구조·분자 평면성·완전 연소 생성물을 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O — (다)는 탄소 사이에 이중 결합이 하나 있는 사이클로헥센이므로 불포화 탄화수소이다.
② O — (나)는 벤젠이다. 각 탄소가 sp^2 혼성화되어 평면 삼각형 구조를 이루므로 탄소 원자와 수소 원자가 모두 동일 평면에 있다.
③ O — (가)는 고리 모양의 포화 탄화수소인 사이클로헥세인이다. 탄소가 sp^3 혼성화되어 결합각은 정사면체 결합각인 109.5 °에 가깝다.
④ X — 완전 연소할 때 탄화수소 C_xH_y 1분자는 물 $y/2$분자를 생성한다. (가)는 C_6H_{12}이므로 물 6분자, (다)는 C_6H_{10}이므로 물 5분자를 생성한다. 따라서 '(가) < (다)'가 아니라 '(가) > (다)'이다.

오답 포인트

고리에 이중 결합이 생기면 탄소 수는 그대로이지만 수소 수가 2개 감소한다. 따라서 (다)가 불포화 탄화수소라는 사실과 연소 시 물을 더 많이 만든다는 판단을 혼동하면 ④를 놓치기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 선각 구조식의 꼭짓점 수와 이중 결합 수로 분자식을 정한다. 평면성은 탄소의 혼성화를 확인하고, 완전 연소에서 생성되는 물 분자 수는 분자식의 수소 원자 수를 2로 나누어 비교한다.

암기 포인트

고리 하나는 수소 2개 감소, 이중 결합 하나도 수소 2개 감소이며, C_xH_y 1분자의 완전 연소에서는 물 $y/2$분자가 생성된다.

NoteBase

문 13. 다음은 인류 문명의 발전에 기여한 화학 반응을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

(가) 철의 제련 : 산화 철 + 일산화탄소 → 철 + A
(나) 암모니아의 합성 : 질소 + B → 암모니아
(다) 화석 연료의 연소 : 화석연료 C + 산소 → A + 물

① A는 지구 온난화의 원인이 된다.

② B는 산소이다.

③ 화석연료 C는 한 가지 원소로 되어 있다.

④ (가)~(다)는 모두 교통 발달에 기여하였다.

정답 1번

출제 포인트

철의 제련, 암모니아 합성, 탄화수소의 완전 연소에서 생성물과 반응물을 판별하는 문제이다.

핵심 개념

(가) 산화 철은 일산화탄소에 의해 환원되어 철이 되고, 일산화탄소는 산화되어 이산화 탄소 CO_2가 된다. 따라서 A는 이산화 탄소이다.
(나) 질소와 수소가 반응하여 암모니아 NH_3를 만든다. 따라서 B는 수소이다.
(다) 탄소와 수소로 이루어진 탄화수소가 완전 연소하면 이산화 탄소와 물이 생성된다. 따라서 C는 탄소와 수소를 포함하는 화합물이다.

선지별 해설

① O — A는 이산화 탄소이며, 이산화 탄소는 온실 효과를 강화하여 지구 온난화의 원인이 된다.
② X — 틀린 표현은 ‘B는 산소이다’이다. 암모니아는 질소와 수소의 반응으로 합성되므로 B는 수소이다.
③ X — 틀린 표현은 ‘한 가지 원소로 되어 있다’이다. C는 연소하여 이산화 탄소와 물을 생성하므로 탄소와 수소를 포함한 화합물인 탄화수소이다.
④ X — 틀린 표현은 ‘모두 교통 발달에 기여하였다’이다. 암모니아 합성은 주로 질소 비료의 생산을 통해 농업 생산력 향상에 기여하였으므로, (가)~(다)가 모두 교통 발달에 기여했다고 할 수 없다.

오답 포인트

반응식의 빈칸을 단순 암기하거나 ‘문명 발전’을 곧바로 ‘교통 발달’로 바꾸어 읽으면 ② 또는 ④를 고르기 쉽다. 생성물에 물이 있다는 사실은 연료 C에 수소가 들어 있음을 뜻하므로 ③의 ‘한 가지 원소’도 성립하지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 반응에서 원자의 종류가 보존된다는 점을 이용한다. 철 제련의 일산화탄소는 이산화 탄소가 되고, 암모니아의 수소 원자는 수소 기체에서 오며, 연소 생성물인 이산화 탄소와 물은 연료에 탄소와 수소가 들어 있음을 보여 준다.

암기 포인트

철 제련의 A는 이산화 탄소, 암모니아 합성의 B는 수소, 완전 연소의 C는 탄화수소이다.

NoteBase

문 14. 다음 가솔린에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 가솔린은 혼합물(mixture)이다.

② C_5 ~ C_9까지 불포화, 포화 탄화수소를 포함하고 있다.

③ 가솔린은 무극성 공유결합을 한다.

④ 물과 가솔린이 섞이지 않은 것은 비점 차이에 기인한다.

정답 4번

출제 포인트

가솔린의 혼합물로서의 성질과 탄화수소의 무극성, 물과 섞이지 않는 원인을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

가솔린은 여러 탄화수소로 이루어진 혼합물이며 전체적으로 무극성이다. 물은 극성 물질이므로 무극성인 가솔린과 잘 섞이지 않는다. 액체끼리 섞이는 성질은 주로 분자 간 극성 및 인력의 유사성에 좌우되고, 비점 차이는 혼합 여부의 직접적인 원인이 아니다.

선지별 해설

① O — 가솔린은 하나의 순물질이 아니라 여러 종류의 탄화수소가 섞인 혼합물이다.
② O — 가솔린에는 대체로 C_5 ~ C_9 범위의 포화 탄화수소와 불포화 탄화수소 등이 포함된다.
③ O — 가솔린의 주성분인 탄화수소는 탄소와 수소의 전기음성도 차이가 작아 전체적으로 무극성 공유결합 물질로 취급한다.
④ X — 틀린 표현은 '비점 차이에 기인한다'이다. 물과 가솔린이 섞이지 않는 직접적인 원인은 극성 차이이며, 올바르게는 '극성 물질인 물과 무극성 물질인 가솔린은 서로 잘 섞이지 않는다'이다.

오답 포인트

물과 가솔린의 비점이 서로 다르다는 사실을 불혼화의 원인으로 착각하기 쉽다. 비점 차이는 증류에 이용되는 성질이고, 이 문항에서 섞임 여부를 결정하는 핵심은 극성 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 액체의 혼합 가능성을 물으면 먼저 극성을 비교한다. 극성은 극성끼리, 무극성은 무극성끼리 잘 섞인다는 원칙을 적용하고, 비점 차이는 증류와 분리 조건을 판단할 때 사용한다.

암기 포인트

물은 극성, 가솔린은 무극성이다. 불혼화는 극성 차이, 증류는 비점 차이이다.

NoteBase

문 15. 과망가니즈산 이온은 황산 용액에서 철(II) 이온을 철(III) 이온으로 변화시키고 과망가니즈산 이온 자신은 망가니즈(II) 이온으로 변한다. 이 반응의 산화 반쪽 반응식과 환원 반쪽 반응식은 다음과 같다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$
$MnO_4^- + aH^+ + be^- \rightarrow Mn^{2+} + cH_2O$

① $b + c$는 8이다.

② 과망가니즈산 이온(MnO_4^-)은 산화된다.

③ 수소 이온(H^+)은 산화제이다.

④ 5mol의 철(II) 이온이 철(III) 이온으로 변할 때 반응하는 과망가니즈산 이온은 1mol이다.

정답 4번

출제 포인트

산성 용액에서 과망가니즈산 이온의 환원 반쪽 반응식을 완성하고, 전자 이동량으로 산화제·환원제와 반응 몰비를 판단하는 문제이다.

조건 정리

철(II) 이온은 철(III) 이온으로 산화되면서 이온 1개당 전자 1개를 내놓는다. 과망가니즈산 이온은 산성 용액에서 망가니즈(II) 이온으로 환원되며, 산소는 물로, 수소는 수소 이온으로 맞춘 뒤 전하를 전자로 맞춘다.

사용할 공식

환원 반쪽 반응식은 다음과 같다.
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$
원자 수와 전체 전하를 모두 보존해야 하므로 이 방식으로 계수를 결정한다. 따라서 $a = 8$, $b = 5$, $c = 4$이다.

계산 과정

1. 산소 원자 4개를 맞추기 위해 생성물 쪽에 $4H_2O$를 둔다.
2. 수소 원자 8개를 맞추기 위해 반응물 쪽에 $8H^+$를 둔다.
3. 반응물 쪽 전하는 $-1 + 8 = +7$, 생성물 쪽 전하는 $+2$이므로 반응물 쪽에 $5e^-$를 넣는다.
4. 완성된 반응식에서 과망가니즈산 이온 1몰은 전자 5몰을 받으며, 철(II) 이온 1몰은 전자 1몰을 내놓는다.

따라서 두 이온의 반응 몰비는 $MnO_4^- : Fe^{2+} = 1 : 5$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $b = 5$, $c = 4$이므로 $b + c = 9$이다. 틀린 표현 '$b + c$는 8이다'는 '$b + c$는 9이다'로 고쳐야 한다.
② X — 과망가니즈산 이온의 망가니즈 산화수는 +7에서 +2로 낮아지고 전자 5개를 받으므로 환원된다. 틀린 표현 '과망가니즈산 이온은 산화된다'는 '과망가니즈산 이온은 환원되며 산화제로 작용한다'로 고쳐야 한다.
③ X — 수소 이온은 산성 조건에서 원자 수와 전하를 맞추는 반응물이며, 수소의 산화수는 반응 전후 모두 +1이어서 전자를 받지 않는다. 틀린 표현 '수소 이온은 산화제이다'는 '과망가니즈산 이온이 산화제이다'로 고쳐야 한다.
④ O — 철(II) 이온 5몰이 철(III) 이온으로 산화되면 전자 5몰을 내놓고, 과망가니즈산 이온 1몰이 그 전자 5몰을 받으므로 서로 반응한다. 따라서 제시된 몰비가 옳다.

오답 포인트

계수 $a = 8$만 보고 ①의 합도 8이라고 판단하거나, 반응식의 왼쪽에 있다는 이유만으로 과망가니즈산 이온이 산화된다고 판단하기 쉽다. 산화·환원은 반응식의 위치가 아니라 전자의 방출·수용과 산화수 변화로 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

산성 용액의 반쪽 반응식은 산소를 H_2O로 맞추고, 수소를 H^+로 맞춘 다음, 전체 전하를 e^-로 맞춘다.
마지막에는 두 반쪽 반응의 전자 수를 같게 하여 반응 몰비를 결정한다.

암기 포인트

산성 조건의 과망가니즈산 이온 환원은 '$8H^+$, $5e^-$, $4H_2O$'이며, 과망가니즈산 이온 1몰과 철(II) 이온 5몰이 대응한다.

NoteBase

문 16. 아세트알데이드(CH_3CHO)의 분해반응은 2차반응이다. 어떤 온도에서 CH_3CHO의 값이 0.10mol/L일 때, 속도는 0.18mol/L·s이었다면 이 반응의 반응속도 상수 k의 값은?

$CH_3CHO(g) \rightarrow CH_4(g) + CO(g)$

① 8L/mol·s

② 12L/mol·s

③ 18L/mol·s

④ 24L/mol·s

정답 3번

출제 포인트

2차 반응의 속도식에서 반응물의 농도와 반응속도를 이용해 반응속도 상수 k를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $[CH_3CHO] = 0.10 mol/L$, 반응속도 $v = 0.18 mol/(L \cdot s)$이다.
구해야 할 값: 2차 반응의 반응속도 상수 k이다.
주의할 조건: 2차 반응이므로 농도를 제곱하며, k의 단위는 $L/(mol \cdot s)$이다.

사용할 공식

속도식은 $v = k[CH_3CHO]^2$이고, 이를 정리하면 $k = \frac{v}{[CH_3CHO]^2}$이다. 반응 차수가 2차라고 주어졌으므로 반응물 농도의 제곱에 비례하는 이 속도식을 사용한다.

계산 과정

$k = \frac{0.18 mol/(L \cdot s)}{(0.10 mol/L)^2} = \frac{0.18}{0.01} L/(mol \cdot s) = 18 L/(mol \cdot s)$
따라서 반응속도 상수는 $18 L/(mol \cdot s)$이다.

선지 판단

① X — $8 L/(mol \cdot s)$은 계산값 18과 다르다. 틀린 값 8이 아니라 올바른 값은 $18 L/(mol \cdot s)$이다.
② X — $12 L/(mol \cdot s)$는 $0.18/(0.10)^2$의 결과가 아니다. 틀린 값 12가 아니라 올바른 값은 $18 L/(mol \cdot s)$이다.
③ O — 속도를 농도의 제곱으로 나누면 $k = 0.18/0.01 = 18 L/(mol \cdot s)$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $24 L/(mol \cdot s)$는 계산값 18과 다르다. 틀린 값 24가 아니라 올바른 값은 $18 L/(mol \cdot s)$이다.

NoteBase

오답 포인트

‘2차 반응’을 반응물의 계수나 단순한 2배로 처리하면 안 된다. 이 문항에서는 속도식의 농도 항을 $[CH_3CHO]^2$로 두어야 하며, $0.10^2 = 0.01$임을 정확히 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응 차수를 확인한 뒤 속도식을 세우고, k에 관해 정리하여 수치를 대입한 다음 단위까지 검산한다. 2차 반응에서는 $k = v/[A]^2$를 적용한다.

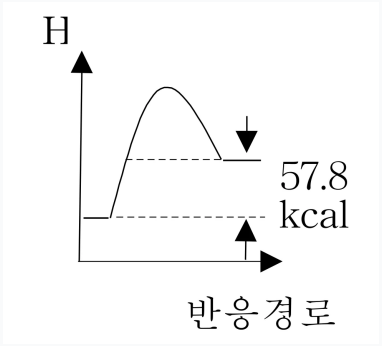
암기 포인트

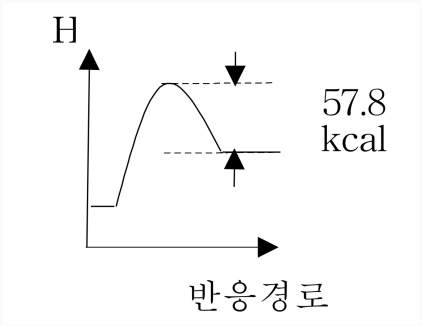
2차 반응은 $v = k[A]^2$, 따라서 $k = v/[A]^2$이고 단위는 $L/(mol \cdot s)$이다.

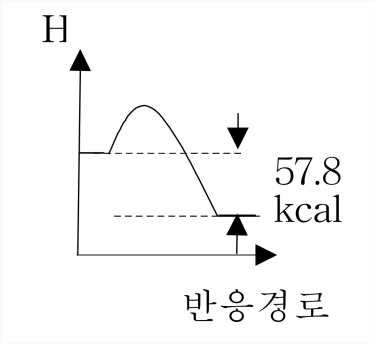
NoteBase

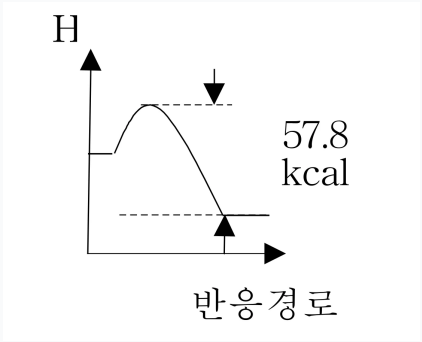
문 17. 다음 중 아래의 반응을 나타낸 그래프로 옳은 것은?

$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g), \quad \Delta H = -57.8Kcal$

① 

② 

③ 

④ 

정답 3번

NoteBase

출제 포인트

반응 엔탈피는 생성물과 반응물의 엔탈피 차이이며, Δ H=H_생성물-H_반응물이다. 주어진 반응은 $\Delta H = -57.8$kcal이므로 생성물의 엔탈피가 반응물보다 57.8kcal 낮아야 한다.

선지별 해설

① X

생성물의 엔탈피가 반응물보다 높게 그려져 흡열 반응을 나타낸다. 틀린 부분은 생성물 준위가 더 높은 것이며, 올바르게는 생성물 준위가 반응물 준위보다 57.8kcal 낮아야 한다.

② X

생성물의 엔탈피가 반응물보다 높아 $\Delta H > 0$인 흡열 반응에 해당한다. 또한 표시된 57.8kcal는 전이 상태와 생성물 사이의 차이이므로 반응 엔탈피가 아니라 역반응의 활성화 에너지에 해당한다. 올바르게는 반응물과 생성물의 준위 차이를 57.8kcal로 표시하고 생성물을 더 낮게 그려야 한다.

③ O

생성물의 엔탈피가 반응물보다 낮고, 두 준위의 차이가 57.8kcal로 표시되어 있다. 따라서 H_생성물-H_반응물=-57.8 kcal가 되어 주어진 발열 반응과 일치한다.

④ X

생성물의 엔탈피가 더 낮다는 점은 발열 반응과 맞지만, 57.8kcal를 전이 상태의 꼭대기와 생성물 사이의 차이로 표시하였다. 이 값은 역반응의 활성화 에너지에 해당한다. 올바르게는 57.8kcal를 반응물 준위와 생성물 준위 사이의 차이로 표시해야 한다.

오답 포인트

음의 ΔH만 보고 생성물 준위가 낮은 ④를 고르기 쉽다. 그러나 반응 엔탈피는 곡선의 꼭대기와 생성물의 차이가 아니라 반응물과 생성물의 수직 준위 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

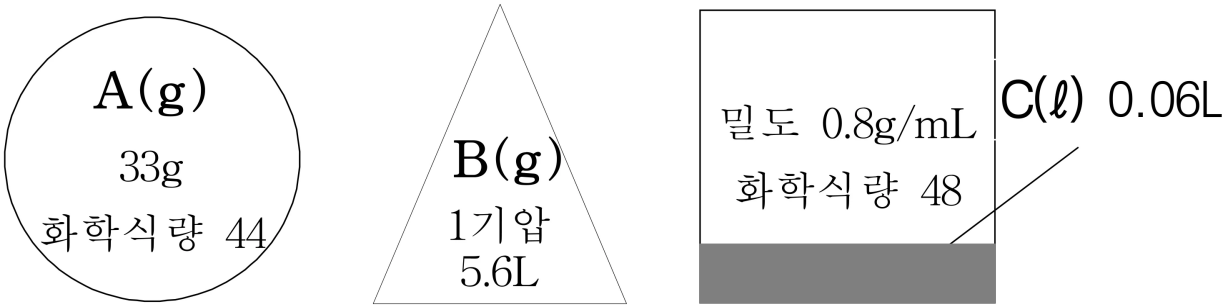
먼저 ΔH의 부호로 생성물 준위의 위아래를 정하고, 그다음 수치가 반응물과 생성물의 준위 차이에 표시되었는지 확인한다. 곡선의 꼭대기와 반응물 또는 생성물 사이의 차이는 활성화 에너지이다.

암기 포인트

발열 반응은 생성물이 아래에 있고, ΔH는 생성물 준위에서 반응물 준위를 뺀 값이다.

NoteBase

문 18. 그림은 0 °C에서 3개의 용기에 물질 A~C가 들어 있는 것을 나타낸 것이다. A ~ C의 분자 수를 비교한 것으로 옳은 것은?



① C > A > B

② A > B > C

③ B > A > C

④ A > C > B

정답 1번

출제 포인트

각 물질의 양을 몰수로 환산한 뒤, 분자 수가 몰수에 비례한다는 관계를 이용하여 A~C의 분자 수를 비교하는 문제이다.

조건 정리

A: 질량 $33g$, 몰 질량 $44g/mol$이다.

B: $0^\circ C$, $1atm$에서 부피가 $5.6L$이다.

C: 부피가 $0.06L = 60mL$, 밀도가 $0.8g/mL$, 몰 질량이 $48g/mol$이다.

구해야 할 값은 각 물질의 몰수에 비례하는 분자 수의 대소 관계이다.

사용할 공식

질량과 몰 질량이 주어지면 $n = \frac{m}{M}$을 사용한다. $0^\circ C$, $1atm$의 기체는 몰 부피 $22.4L/mol$를 적용하여 $n = \frac{V}{22.4L/mol}$로 구한다. 액체의 질량은 $m = \rho V$로 구한다. 분자 수는 $N = nN_A$이므로 몰수가 클수록 분자 수도 많다.

NoteBase

계산 과정

1. A의 몰수는 $n_A = \frac{33g}{44g/mol} = 0.75mol$이다.
2. B의 몰수는 $n_B = \frac{5.6L}{22.4L/mol} = 0.25mol$이다.
3. C의 질량은 $m_C = (0.8g/mL)(60mL) = 48g$이고, 몰수는 $n_C = \frac{48g}{48g/mol} = 1.00mol$이다.
4. 따라서 몰수와 분자 수의 순서는 $C > A > B$이다.

선지 판단

① O — 계산한 몰수가 C는 $1.00mol$, A는 $0.75mol$, B는 $0.25mol$이므로 분자 수는 C > A > B이다.

② X — A > B까지는 맞지만 C를 가장 작게 둔 부분이 틀렸다. 올바른 순서는 C > A > B이다.

③ X — B를 가장 크게 둔 부분이 틀렸다. B는 $0.25mol$로 세 물질 중 분자 수가 가장 적으며, 올바른 순서는 C > A > B이다.

④ X — A를 C보다 크게 둔 부분이 틀렸다. A는 $0.75mol$, C는 $1.00mol$이므로 올바른 순서는 C > A > B이다.

오답 포인트

C의 $0.06L$를 그대로 밀도 단위 g/mL에 대입하면 안 된다. 먼저 $60mL$로 바꾸어 질량 $48g$을 구해야 한다. 또한 A~C의 상태나 질량·부피를 직접 비교하지 않고 모두 몰수로 통일해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자 수 비교에서는 각 시료의 조건을 이용해 몰수를 각각 구한 뒤 $N = nN_A$에 따라 몰수의 대소만 비교한다. 밀도 계산에서는 부피 단위를 밀도의 분모 단위와 먼저 맞춘다.

암기 포인트

분자 수 비교의 기준은 몰수이다. $0^\circ C$, $1atm$에서 기체 $1mol$의 부피는 $22.4L$이고, 액체는 $m = \rho V$로 질량을 먼저 구한다.

NoteBase

문 19. 순물질(pure substance)의 설명이 아닌 것은?

① 홑원소 물질과 화합물로 분류한다.

② 성분의 조성비가 일정하다.

③ 물리적인 방법으로 분리한다.

④ 어는점, 끓는점이 일정하다.

정답 3번

출제 포인트

순물질과 혼합물을 성분 조성의 일정성 및 물리적 분리 가능성으로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

순물질은 한 종류의 물질로 이루어져 성분과 조성이 일정한 물질이며, 홑원소 물질과 화합물로 나뉜다. 혼합물은 둘 이상의 순물질이 섞여 있어 성분 물질의 성질을 유지하므로 여과, 증류 등의 물리적 방법으로 분리할 수 있다.

선지별 해설

① O — 순물질은 한 종류의 원소로 이루어진 홑원소 물질과 둘 이상의 원소가 일정한 비율로 결합한 화합물로 분류한다.
② O — 순물질은 어느 부분을 취해도 성분과 조성비가 일정하다.
③ X — 틀린 표현은 '물리적인 방법으로 분리한다'이다. 물리적 방법으로 성분 물질을 분리할 수 있는 것은 혼합물이다. 화합물은 화학적 방법으로 성분 원소로 분해할 수 있고, 홑원소 물질은 화학적 방법으로도 더 간단한 물질로 분해되지 않는다.
④ O — 순물질은 일정한 압력에서 고유한 어는점과 끓는점을 나타낸다.

오답 포인트

③은 '분리할 수 있다'는 말만 보고 화합물의 분해와 혼동하게 만든다. 물리적 분리는 물질의 종류를 바꾸지 않고 혼합물의 성분을 나누는 것이며, 화합물을 원소로 나누는 것은 화학적 변화이다.

다시 나오면 이렇게 판단

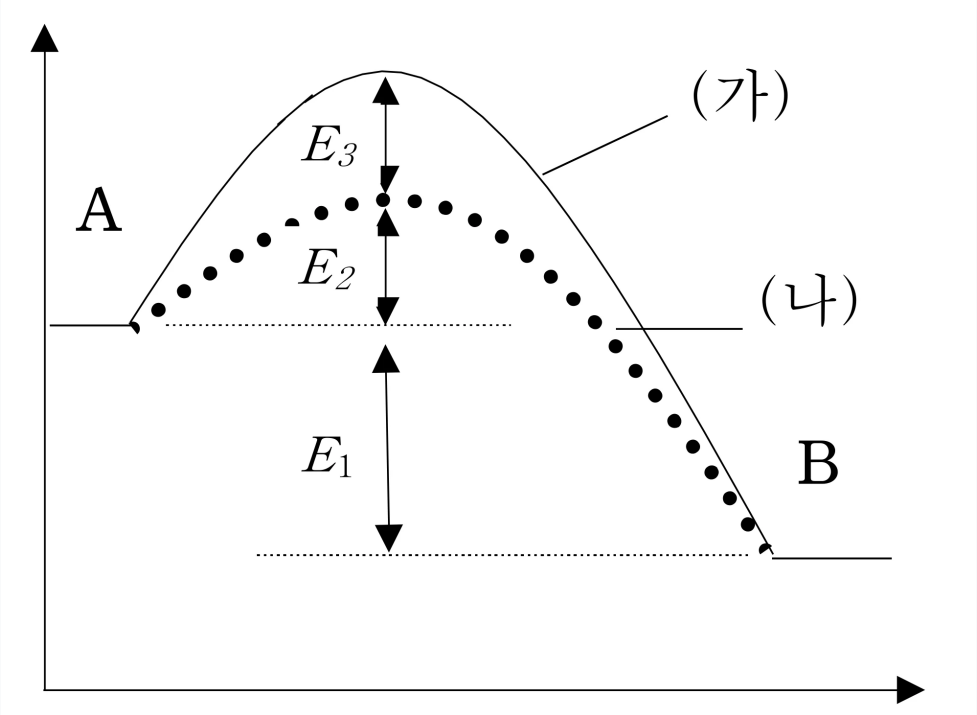
조성이 일정하고 일정한 압력에서 어는점·끓는점이 일정하면 순물질로 판단한다. 물리적 방법으로 여러 성분으로 분리된다고 하면 혼합물의 성질로 판단한다.

암기 포인트

순물질은 조성이 일정하고, 혼합물은 물리적으로 분리된다.

NoteBase

문 20. 그림은 반응 $A(g) \rightarrow B(g)$에서 촉매가 없을 때와 부촉매를 넣었을 때의 반응 경로에 따른 에너지를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



① 정반응은 흡열 반응이다.

② 부촉매는 역반응의 활성화 에너지를 낮춘다.

③ 촉매가 없을 때 역반응의 활성화 에너지는 $(E_1 + E_2)$이다.

④ 정촉매을 넣은 경우 역반응의 반응열(ΔH)은 E_1보다 작다.

정답 3번

출제 포인트

반응 경로 도식에서 반응열과 정반응·역반응의 활성화 에너지를 구분하고, 촉매는 활성화 에너지만 바꾸며 반응물과 생성물의 에너지 차이는 바꾸지 않는다는 점을 판단하는 문제이다. 도식에서 A의 에너지가 B보다 E_1 만큼 높고, 촉매가 없을 때의 장벽은 점선 경로로 나타난다.

NoteBase

선지별 해설

① X

A의 에너지가 B보다 높으므로 정반응 $A(g) \rightarrow B(g)$의 반응열은 $\Delta H = H_B - H_A = -E_1$이다. 따라서 정반응은 흡열 반응이 아니라 발열 반응이다.

② X

부촉매는 반응 속도를 낮추는 방향으로 작용하므로 정반응과 역반응의 활성화 에너지를 모두 높인다. 틀린 표현인 '역반응의 활성화 에너지를 낮춘다'는 '역반응의 활성화 에너지를 높인다'로 고쳐야 한다.

③ O

촉매가 없을 때의 전이 상태는 점선 경로의 꼭대기이다. B에서 A의 에너지 준위까지가 E_1, A의 에너지 준위에서 점선 경로의 꼭대기까지가 E_2이므로 역반응의 활성화 에너지는 $E_1 + E_2$이다.

④ X

역반응 $B(g) \rightarrow A(g)$의 반응열은 $\Delta H = H_A - H_B = E_1$이다. 정촉매는 활성화 에너지는 낮추지만 반응열은 바꾸지 않는다. 따라서 틀린 표현인 'E_1보다 작다'는 'E_1과 같다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

활성화 에너지와 반응열을 혼동하기 쉽다. 활성화 에너지는 출발 물질의 에너지 준위에서 해당 반응 경로의 꼭대기까지의 차이이고, 반응열은 생성물과 반응물의 에너지 차이이다. 특히 역반응은 B에서 출발하므로 촉매가 없을 때의 장벽이 E_2가 아니라 $E_1 + E_2$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응 진행 방향의 출발점과 도착점 높이를 비교하여 ΔH의 부호를 정한다. 이어 출발점에서 경로의 꼭대기까지의 수직 에너지 차이를 활성화 에너지로 읽는다. 촉매의 유무와 관계없이 반응물과 생성물의 에너지 차이인 ΔH는 일정하다.

암기 포인트

촉매는 산의 높이인 활성화 에너지만 바꾸고, 출발점과 도착점의 높이 차이인 반응열은 바꾸지 않는다.

NoteBase