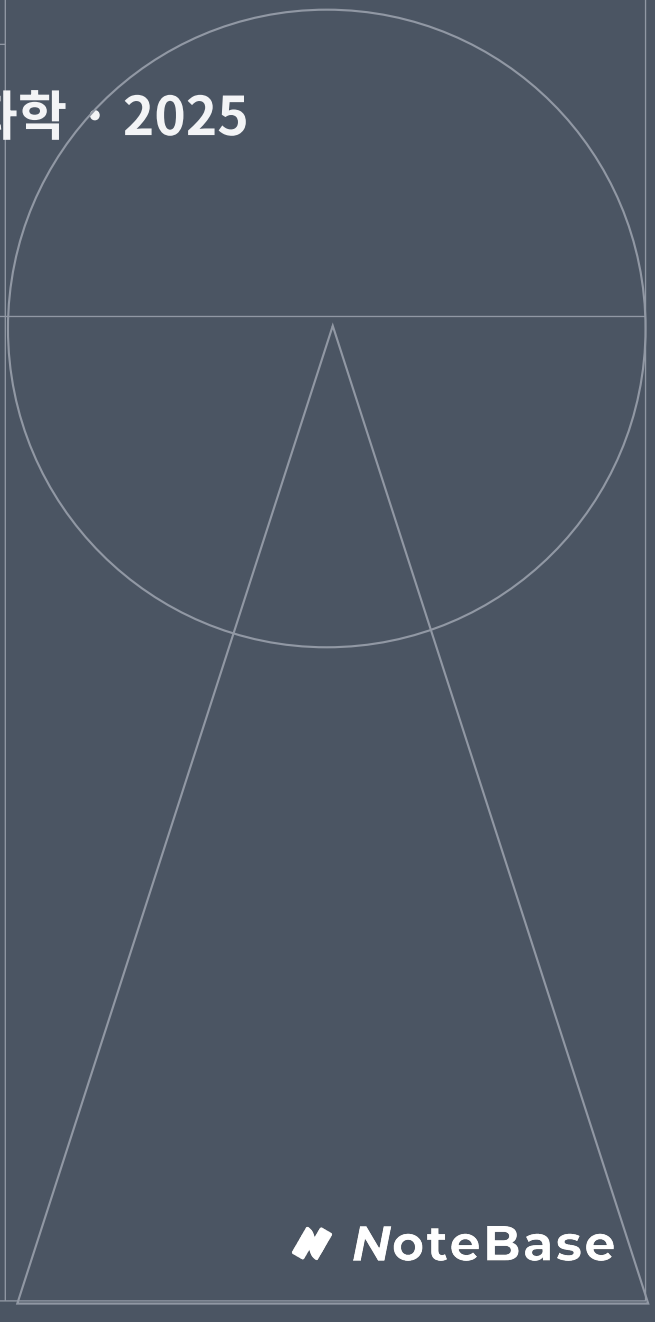
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2025

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2025

1. <보기>에서 설명하는 탄소 화합물의 화학식은?

<보기>

2개의 탄소 원자를 포함하고 있는 알코올로 설탕이나 녹말이 발효될 때 생성된다. 또한, 연료로 쓰이며 화학 약품이나 술의 원료이기도 하다. 병원에서 상처 부위를 소독할 때도 사용한다.

① C_2H_6 ② CH_3OH
③ C_2H_5OH ④ CH_3COOH

정답 3번

출제 포인트

설탕이나 녹말의 발효로 생성되고 연료·화학 약품·술의 원료 및 상처 소독에 쓰이는 탄소 2개짜리 알코올이 에탄올임을 묻는 문제이다.

핵심 개념

에탄올은 탄소 원자 2개와 하이드록시기($-OH$)를 가진 알코올이며, 화학식은 C_2H_5OH이다. 탄소 수가 2개인지와 알코올의 작용기인 $-OH$가 있는지를 함께 확인하면 다른 화합물과 구별할 수 있다.

선지별 해설

① X — C_2H_6은 탄소가 2개이지만 $-OH$가 없는 에테인이다. 틀린 표현 C_2H_6은 C_2H_5OH로 고쳐야 한다.
② X — CH_3OH은 $-OH$를 가진 알코올이지만 탄소가 1개인 메탄올이다. 틀린 표현 CH_3OH은 탄소가 2개인 C_2H_5OH로 고쳐야 한다.
③ O — C_2H_5OH은 탄소가 2개인 알코올인 에탄올이다. 설탕이나 녹말의 발효로 생성되며 연료, 화학 약품과 술의 원료, 소독제로 쓰인다는 보기의 설명과 일치한다.
④ X — CH_3COOH은 탄소가 2개이지만 알코올이 아니라 카복실산인 아세트산이다. 틀린 표현 CH_3COOH은 에탄올의 화학식 C_2H_5OH로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

탄소가 2개라는 조건만 보고 ①이나 ④를 고르거나, $-OH$가 있다는 이유만으로 탄소가 1개인 ②를 고르기 쉽다. 탄소 수와 작용기를 모두 만족하는지 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

화합물의 설명에서 먼저 탄소 원자 수를 세고, 이어서 알코올의 작용기 $-OH$가 있는지 확인한다. 탄소 2개와 $-OH$를 모두 만족하는 에탄올의 화학식은 C_2H_5OH이다.

암기 포인트

에탄올은 탄소 2개, 화학식은 C_2H_5OH, 핵심 작용기는 $-OH$이다.

NoteBase

2. 동위 원소에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 중성자 수는 같으나 양성자 수가 다른 원소이다.

② 평균 원자량은 동위 원소의 부피비를 고려한 평균값이다.

③ 자연계에 염소의 동위 원소가 $^{35}Cl : ^{37}Cl = 3 : 1$로 존재할 때, 염소의 평균 원자량은 35이다.

④ Cu의 평균 원자량은 63.55이고, 자연계에 ^{63}Cu와 ^{65}Cu 두 개의 동위 원소만 존재할 때 ^{63}Cu의 존재비는 72.5%이다.

정답 4번

출제 포인트

동위 원소의 정의를 이해하고, 각 동위 원소의 질량과 존재비를 가중평균하여 평균 원자량을 구하는 문제이다.

조건 정리

동위 원소는 양성자 수가 같고 중성자 수가 다른 원자이다. 평균 원자량은 각 동위 원소의 질량에 자연계 존재비를 곱한 값의 합이다. ④에서는 구리의 동위 원소가 ^{63}Cu와 ^{65}Cu뿐이고 평균 원자량이 63.55이다.

사용할 공식

평균 원자량은 다음과 같이 구한다.

평균 원자량 = Σ(동위 원소의 질량 × 존재비)

존재비는 전체 원자 중 각 동위 원소가 차지하는 비율이므로 부피비가 아니라 이 가중평균에 사용된다.

계산 과정

④에서 ^{63}Cu의 존재비를 x라 하면 ^{65}Cu의 존재비는 $1 - x$이다.

$63x + 65(1 - x) = 63.55$

$65 - 2x = 63.55$

$x = 0.725 = 72.5\%$

따라서 ^{63}Cu의 존재비는 72.5%이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 동위 원소는 양성자 수가 같아 같은 원소이지만 중성자 수가 다르다. 틀린 표현인 '중성자 수는 같으나 양성자 수가 다르다'는 '양성자 수는 같으나 중성자 수가 다르다'로 고쳐야 한다.
② X — 평균 원자량은 동위 원소의 부피비가 아니라 자연계 존재비를 고려한 가중평균값이다. '부피비'는 '자연계 존재비'로 고쳐야 한다.
③ X — $^{35}Cl : {}^{37}Cl = 3 : 1$이면 평균 원자량은 $(35 \times 3 + 37 \times 1)/4 = 35.5$이다. '35'는 '35.5'로 고쳐야 한다.
④ O — 존재비 가중평균식 $63x + 65(1 - x) = 63.55$를 풀면 $x = 0.725$이므로 ^{63}Cu의 존재비는 72.5%이다.

오답 포인트

①에서는 양성자와 중성자의 역할을 뒤바꾼 표현, ②에서는 존재비를 부피비로 바꾼 표현이 함정이다. ③에서는 존재비가 큰 ^{35}Cl의 질량만 평균 원자량으로 착각하기 쉽지만, ^{37}Cl도 존재하므로 평균 원자량은 35보다 커진다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 동위 원소는 양성자 수가 같다는 정의를 확인한다. 수치가 주어지면 존재비의 합을 1로 두고 '질량 × 존재비'의 합으로 평균 원자량을 계산한 뒤, 결과가 두 동위 원소의 질량 사이에 있는지 검산한다.

암기 포인트

동위 원소는 양성자 수는 같고 중성자 수는 다르며, 평균 원자량은 자연계 존재비를 반영한 가중평균이다.

NoteBase

3. <보기>에서 제조한 수산화나트륨(NaOH) 수용액의 몰농도[M]는? (단, NaOH의 화학식량은 40이다.)

<보기>

일정한 온도에서 5% 수산화나트륨(NaOH) 수용액 200g을 500mL 부피 플라스크에 넣고 15g의 NaOH(s)를 첨가하여 완전히 녹인 후, 표시선까지 증류수를 넣어 500mL 용액을 제조하였다.

① 0.75 ② 1.25
③ 1.5 ④ 2.5

정답 2번

출제 포인트

질량 백분율로 원래 용액에 들어 있는 NaOH의 질량을 구한 뒤, 첨가한 NaOH의 질량을 합하여 최종 몰농도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 5% NaOH 수용액 200g, 첨가한 NaOH 15g, NaOH의 화학식량 40, 최종 용액 부피 500mL
구해야 할 값: 최종 NaOH 수용액의 몰농도
주의할 조건: 몰농도의 부피에는 처음 플라스크에 넣은 용액의 부피가 아니라 증류수를 넣어 맞춘 최종 부피 500mL = 0.500L를 사용한다.

사용할 공식

질량 백분율은 질량 백분율=용질의 질량용액의 질량×100 이고, 몰농도는 M=용질의 몰수용액의 부피(L) 이다. 5%가 용액 100g당 NaOH 5g이라는 뜻이므로 첫 번째 식으로 원래 들어 있던 NaOH의 질량을 구한다. 그 질량에 첨가한 15g을 합한 뒤 몰수로 바꾸고, 최종 용액 부피로 나누므로 두 번째 식을 사용한다.

계산 과정

1. 원래 수용액에 들어 있는 NaOH의 질량은 200g × 0.05 = 10g이다.
2. NaOH 15g을 더했으므로 최종 NaOH의 질량은 10g + 15g = 25g이다.
3. NaOH의 몰수는 25g ÷ 40g/mol = 0.625mol이다.
4. 최종 부피를 리터로 바꾸면 500mL = 0.500L이므로, $M = \frac{0.625mol}{0.500L} = 1.25mol/L$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.75M는 첨가한 NaOH 15g만으로 계산한 값이다. 원래 용액 속 NaOH 10g도 포함해야 하며, 올바른 값은 1.25M이다.
② O — 전체 NaOH 25g은 0.625mol이고, 이를 최종 부피 0.500L로 나누면 1.25M이다.
③ X — 1.5M가 되려면 최종 부피 0.500L에 NaOH가 0.75mol, 즉 30g 있어야 하지만 실제로는 25g이다. 올바른 값은 1.25M이다.
④ X — 2.5M가 되려면 최종 부피 0.500L에 NaOH가 1.25mol, 즉 50g 있어야 하지만 실제로는 25g이다. 올바른 값은 1.25M이다.

오답 포인트

①의 0.75M는 새로 넣은 NaOH 15g만 반영하고 5% 수용액 200g에 이미 들어 있던 NaOH 10g을 빠뜨릴 때 나온다. 또한 몰농도 계산에서는 최종 부피 500mL를 반드시 0.500L로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

용액에 고체 용질을 더한 뒤 표선까지 묽히는 문제는 '기존 용질의 질량 계산 → 첨가한 질량 합산 → 몰수 환산 → 최종 부피(L)로 나누기'의 순서로 판단한다.

암기 포인트

몰농도는 전체 용질의 몰수를 최종 용액 부피(L)로 나눈 값이다.

NoteBase

4. <보기 1>은 이상기체 A~C에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, 이상기체 A~C의 온도는 동일하며, 변하지 않는다.)

<보기 1>

기체	밀도(g/L)	압력(atm)	부피(V)
A	8d	1	2V
B	4d	4	2V
C	11d	1	V

<보기 2>

ㄱ. 분자량은 A가 B의 8배이다.
ㄴ. 몰 수는 B가 C의 4배이다.
ㄷ. 질량은 A가 C보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

같은 온도에서 이상 기체의 분자량, 몰 수, 질량을 각각 밀도·압력·부피로 비교하는 문제이다.

조건 정리

A: 밀도 $8d$, 압력 $1atm$, 부피 $2V$
B: 밀도 $4d$, 압력 $4atm$, 부피 $2V$
C: 밀도 $11d$, 압력 $1atm$, 부피 V
세 기체의 온도는 같고 변하지 않으므로, 온도와 기체 상수는 비율 계산에서 공통으로 약분된다.

사용할 공식

이상 기체에서 밀도는 $\rho = PM/(RT)$이므로 같은 온도에서는 $M \propto \rho/P$이다.
몰 수는 $n = PV/(RT)$이므로 같은 온도에서는 $n \propto PV$이다.
질량은 $m = \rho V$이다.
분자량은 밀도와 압력의 비, 몰 수는 압력과 부피의 곱, 질량은 밀도와 부피의 곱으로 비교할 수 있기 때문에 이 공식들을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

ㄱ. $M_A : M_B = (8d/1) : (4d/4) = 8 : 1$이므로 A의 분자량은 B의 8배이다.
ㄴ. $n_B : n_C = (4 \times 2V) : (1 \times V) = 8 : 1$이므로 B의 몰 수는 C의 8배이다.
ㄷ. $m_A : m_C = (8d \times 2V) : (11d \times V) = 16 : 11$이므로 A의 질량이 C보다 크다.
따라서 옳은 것은 ㄱ뿐이다.

선지 판단

① ㄱ — O. ㄱ만 옳으며, $M_A/M_B = 8$이다.
② ㄴ — X. ㄴ의 'B가 C의 4배'가 틀렸다. 올바르게는 B의 몰 수가 C의 8배이다.
③ ㄱ, ㄷ — X. ㄱ은 옳지만 ㄷ의 'A가 C보다 작다'가 틀렸다. 올바르게는 질량비가 $m_A : m_C = 16 : 11$이므로 A의 질량이 C보다 크다.
④ ㄴ, ㄷ — X. ㄴ과 ㄷ이 모두 틀렸다. 올바르게는 B의 몰 수가 C의 8배이고, A의 질량이 C보다 크다.

오답 포인트

몰 수를 압력만으로 비교하거나, 밀도만 보고 질량을 비교하면 틀린다. ㄴ에서는 B와 C의 부피도 함께 반영하여 PV를 비교해야 하고, ㄷ에서는 A의 부피가 C의 2배라는 조건까지 반영하여 ρV를 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

온도가 같은 이상 기체에서는 분자량은 ρ/P, 몰 수는 PV, 질량은 ρV를 계산한 뒤 각 진술의 배수와 대소 관계를 판단한다.

암기 포인트

같은 온도에서 '분자량은 밀도÷압력, 몰 수는 압력×부피, 질량은 밀도×부피'이다.

NoteBase

5. 1기압에서 물 100g에 비휘발성, 비전해질 용질 X 6g을 녹인 용액의 어는점이 −0.93℃이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 물의 몰랄 오름 상수(K_b)는 0.5℃/m이고, 물의 몰랄 내림 상수(K_f)는 1.86℃/m이다.)

<보기>

ㄱ. X 수용액의 몰랄 농도는 0.5m이다.
ㄴ. X 수용액의 끓는점은 100.25℃이다.
ㄷ. 용질 X의 분자량은 12이다.

① ㄱ ② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

어는점 내림으로 용액의 몰랄농도와 용질의 분자량을 구하고, 같은 몰랄농도를 끓는점 오름에 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 물 100 g, 용질 X 6 g, 용액의 어는점 $-0.93\,^\circ C$, $K_f = 1.86\,^\circ C/mol$, $K_b = 0.5\,^\circ C/mol$이다.
구해야 할 값: 몰랄농도, 끓는점, 용질 X의 분자량이다.
주의할 조건: X는 비휘발성·비전해질이므로 반트호프 인자는 $i = 1$이고, 몰랄농도 계산에서 용매인 물 100 g을 $0.100kg$으로 바꾼다.

사용할 공식

어는점 내림은 $\Delta T_f = K_f m$, 끓는점 오름은 $\Delta T_b = K_b m$이다. 몰랄농도는 m=n_용질kg_용매, 분자량은 M=용질의 질량n_용질이다.
X가 비휘발성·비전해질이므로 입자 수 변화 없이 용질 입자의 몰랄농도에 비례하는 어는점 내림과 끓는점 오름 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 순수한 물의 어는점은 $0\,^\circ C$이므로 어는점 내림은 $\Delta T_f = 0 - (-0.93) = 0.93\,^\circ C$이다.
2. $m = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.93}{1.86} = 0.5 mol/kg$이다. 따라서 ㄱ은 옳다.
3. $\Delta T_b = K_b m = 0.5 \times 0.5 = 0.25\,^\circ C$이므로 용액의 끓는점은 $100 + 0.25 = 100.25\,^\circ C$이다. 따라서 ㄴ은 옳다.
4. 용매의 질량이 $0.100 kg$이므로 용질의 몰수는 $n = 0.5 mol/kg \times 0.100 kg = 0.050 mol$이다.
5. X의 분자량은 $M = \frac{6 g}{0.050 mol} = 120 g/mol$이다. 따라서 ㄷ의 12는 틀리고, 올바른 분자량은 120이다.

선지 판단

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 'ㄱ'만 고른 것은 불완전하다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.
② X — ㄷ의 '분자량은 12이다'가 틀렸다. 올바르게는 '분자량은 120이다'이며, 옳은 보기의 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.
③ O — ㄱ의 몰랄농도 $0.5 mol/kg$과 ㄴ의 끓는점 $100.25\,^\circ C$가 모두 계산 결과와 일치한다.
④ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ의 분자량 12가 틀렸다. ㄷ은 '용질 X의 분자량은 120이다'로 고쳐야 하며, 옳은 보기의 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.

오답 포인트

ㄷ에서 물 100 g을 그대로 대입하거나 용질의 몰수를 잘못 계산하면 분자량을 12로 오인하기 쉽다. 몰랄농도의 분모는 용액이 아니라 용매의 질량이며, 반드시 kg 단위인 $0.100 kg$을 사용한다. 또한 '모두 고른 것'을 묻기 때문에 옳은 보기 하나만 포함한 ①도 정답이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

총괄성 계산은 온도 변화의 절댓값 확인 → 몰랄농도 계산 → 용매 질량의 kg 변환 → 용질 몰수와 분자량 계산 → 옳은 보기 조합 확인의 순서로 판단한다.

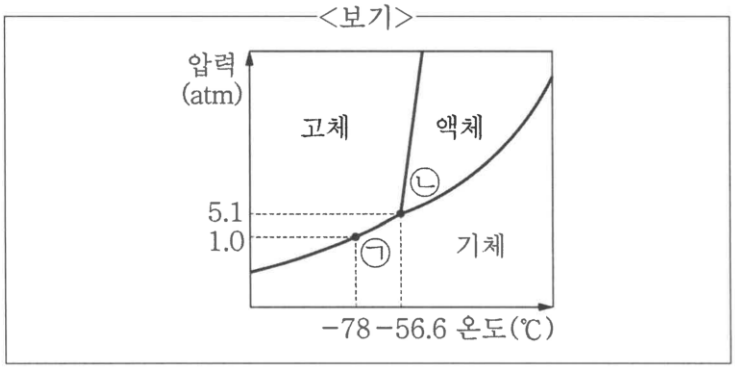
암기 포인트

비전해질에서는 $\Delta T_f = K_f m$, $\Delta T_b = K_b m$이고, 몰랄농도의 기준은 용매 $1 kg$이다.

NoteBase

6. <보기>는 이산화탄소의 상평형 그림을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>



① ㉠에서 고체와 기체가 평형을 이룬다.
② ㉡에서 세 가지 상이 평형을 이룬다.
③ 일정한 온도에서 고체에 압력을 가하면 액체로 변한다.
④ 5.1atm 이상에서 압력을 높이면 어는점이 높아진다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이산화탄소의 압력-온도 상평형 그림에서 상경계선, 삼중점, 압력에 따른 녹는점의 변화를 읽는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 가로축은 온도, 세로축은 압력임을 확인한다.
2. 상경계선 위에서는 선의 양쪽에 표시된 두 상이 평형을 이루고, 세 경계선이 만나는 삼중점에서는 고체·액체·기체가 함께 평형을 이룬다.
3. 일정한 온도에서 압력을 변화시키는 과정은 그림에서 세로 방향으로 이동하며 확인하고, 녹는점의 압력 의존성은 고체-액체 경계선의 기울기로 판단한다.

핵심 근거

ㄱ은 약 −78°C, 1.0atm에서 고체-기체 경계선 위에 있다. ㄴ은 약 −56.6°C, 5.1atm에서 세 상경계선이 만나는 삼중점이다. 또한 고체-액체 경계선은 압력이 높아질수록 더 높은 온도 쪽으로 기울어져 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O — ㄱ은 고체 영역과 기체 영역을 나누는 승화 곡선 위의 점이므로 고체와 기체가 평형을 이룬다.
② O — ㄴ은 고체-기체, 고체-액체, 액체-기체 경계선이 만나는 삼중점이므로 고체·액체·기체의 세 상이 평형을 이룬다.
③ X — '일정한 온도에서 고체에 압력을 가하면 액체로 변한다'는 표현이 틀리다. 상변화는 그 온도에서 세로 방향으로 이동할 때 고체-액체 경계선을 실제로 통과하는지에 따라 달라진다. 특히 삼중점 온도보다 낮은 온도에서는 액체가 안정한 영역이 없으므로 압력만 가한다고 고체가 액체로 변하지 않는다. 올바르게는 '일정한 온도에서 압력을 변화시킬 때 상경계선을 통과하는 경우에만 해당 상으로 변한다'이다.
④ O — 5.1atm 이상에서 고체-액체 경계선의 기울기가 양수이므로 압력이 높아질수록 고체와 액체가 평형을 이루는 온도, 즉 녹는점이 높아진다.

오답 포인트

③은 '압력을 높이면 기체가 액체가 된다'는 일반적인 액화 상황을 고체에도 그대로 적용하게 만드는 함정이다. 일정 온도에서의 압력 변화는 세로선을 따라 추적해야 하며, 출발 상태와 통과하는 상경계선에 따라 결과가 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

상평형 그림에서는 먼저 현재 점이 어느 영역 또는 경계선에 있는지 확인한다. 일정 온도에서 압력을 바꾸면 세로로, 일정 압력에서 온도를 바꾸면 가로로 이동시키고, 이동 경로가 어떤 경계선을 통과하는지로 상변화를 판단한다.

암기 포인트

경계선 위는 두 상의 평형, 세 경계선의 교점은 삼중점이며, 상변화는 이동 경로가 경계선을 통과할 때 일어난다.

NoteBase

7. <보기 1>은 2주기 원자 A~C에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

<보기 1>

- A~C의 원자가 전자 수의 합은 8이다.
- A와 B의 원자 번호의 차는 4이다.
- 원자 반지름은 A<C이다.

<보기 2>

ㄱ. A는 질소(N)이다.
ㄴ. 제1 이온화 에너지는 A<B이다.
ㄷ. 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 B<C이다.

① ㄱ ② ㄷ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 2주기 원소의 원자가전자 수, 원자번호, 원자 반지름의 주기적 경향을 연결하여 A~C를 결정하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 2주기 원소에서는 원자가전자 수가 1부터 8까지 차례로 증가하고, 원자번호가 1 증가할 때 원자가전자 수도 1 증가한다.
2. A와 B의 원자번호 차가 4이므로 두 원소의 원자가전자 수 차도 4이다.
3. 같은 주기에서는 대체로 원자번호가 커질수록 원자 반지름이 작아지므로, A<C는 A가 C보다 오른쪽에 있음을 뜻한다.
4. 세 원자의 원자가전자 수의 합이 8인 조건까지 결합하여 각 원소를 정한다.

핵심 근거

A, B, C의 원자가전자 수를 각각 a, b, c라 하면 $a + b + c = 8$, $|a - b| = 4$이다. A<C이므로 같은 2주기에서 A가 C보다 오른쪽에 있어 $a > c$이다. 이 조건을 모두 만족하는 값은 $a = 5$, $b = 1$, $c = 2$뿐이므로 A는 질소(N), B는 리튬(Li), C는 베릴륨(Be)이다. 따라서 ㄱ만 옳다.

NoteBase

선지별 해설

① O — ㄱ만 고른 선지이다. A의 원자가전자 수가 5이므로 A는 질소(N)이며, ㄱ은 옳다.
② X — ㄷ만 고른 선지이지만 ㄷ은 틀리다. B인 Li의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^1$이므로 홀전자는 1개이고, C인 Be의 전자 배치는 $1s^2 2s^2$이므로 홀전자는 0개이다. 틀린 표현 '홀전자 수는 B<C이다'는 '홀전자 수는 B>C이다'로 고쳐야 한다.
③ X — ㄱ은 옳지만 ㄷ이 틀렸으므로 ㄱ과 ㄷ을 함께 고른 이 선지는 틀리다. 올바르게는 ㄱ만 옳다.
④ X — ㄴ과 ㄷ이 모두 틀리다. A인 N의 제1 이온화 에너지는 B인 Li보다 크므로 'A<B'가 아니라 'A>B'이며, 홀전자 수는 'B<C'가 아니라 'B>C'이다. 올바르게는 ㄱ만 옳다.

오답 포인트

A<C를 원자번호의 대소 관계로 착각하기 쉽다. 같은 주기에서 원자 반지름은 대체로 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 작아지므로, 반지름이 더 작은 A가 C보다 원자번호와 원자가전자 수가 크다. 또한 홀전자 수는 원자가전자 수 자체가 아니라 바닥상태 오비탈 배치로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 주기의 미지 원소 문제에서는 원자번호 차를 원자가전자 수 차로 바꾸고, 원자 반지름의 대소로 좌우 위치를 정한 뒤, 원자가전자 수의 합 조건을 적용한다. 원소가 정해지면 이온화 에너지와 홀전자 수를 각각 주기적 경향과 전자 배치로 확인한다.

암기 포인트

2주기에서 오른쪽으로 갈수록 원자가전자 수와 제1 이온화 에너지는 대체로 커지고, 원자 반지름은 작아진다. Li의 홀전자는 1개, Be의 홀전자는 0개이다.

NoteBase

8. 현대 원자 모형에 따른 알루미늄(Al)의 바닥상태 전자 배치에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
① 홀전자 수는 2개이다.
② $3s$ 오비탈에 존재하는 전자는 1개이다.
③ s 오비탈의 전자 수는 p 오비탈의 전자 수보다 많다.
④ $2p_y$ 오비탈에 배치된 두 전자의 스핀 방향은 반대이다.

정답 4번

출제 포인트

알루미늄 원자의 바닥상태 전자 배치를 쓰고, 홀전자 수와 오비탈별 전자 수 및 스핀 배치를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

바닥상태 전자 배치는 전자가 에너지가 낮은 오비탈부터 채워진 가장 안정한 배치이다. 알루미늄의 원자 번호는 13이므로 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$이다. 같은 오비탈에 들어가는 두 전자는 파울리 배타 원리에 따라 스핀 방향이 서로 반대이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '홀전자 수는 2개'이다. $3p$ 오비탈에 전자 1개가 홀로 있으므로 홀전자 수는 1개이다.
② X — 틀린 표현은 '$3s$ 오비탈에 존재하는 전자는 1개'이다. 전자 배치가 $3s^2$이므로 $3s$ 오비탈의 전자는 2개이다.
③ X — 틀린 표현은 's 오비탈의 전자 수가 p 오비탈의 전자 수보다 많다'이다. s 오비탈의 전자는 $1s^2 + 2s^2 + 3s^2$로 6개이고, p 오비탈의 전자는 $2p^6 + 3p^1$로 7개이므로 p 오비탈의 전자 수가 1개 더 많다.
④ O — $2p_y$ 오비탈에는 전자 2개가 함께 배치되며, 같은 오비탈의 두 전자는 스핀 방향이 서로 반대이다.

오답 포인트

최외각 전자 수 3개를 홀전자 수와 혼동하거나, $3s^2 3p^1$에서 $3p$ 전자까지 s 전자로 잘못 세기 쉽다. 또한 한 오비탈에 함께 있는 두 전자의 스핀은 같은 방향이 아니라 반대 방향이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 원자 번호만큼 전자를 낮은 에너지의 오비탈부터 배치한다. 홀전자 수는 완성된 전자 배치에서 짝을 이루지 않은 전자만 세고, 오비탈별 전자 수는 s, p의 지수를 각각 합산한다. 한 오비탈에 전자 2개가 있으면 두 전자의 스핀은 반드시 반대이다.

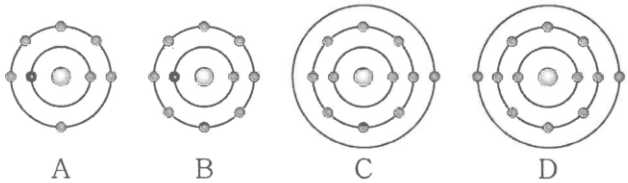
NoteBase

암기 포인트

Al: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$, 홀전자 1개, s 전자 6개, p 전자 7개이다.

9. <보기 1>은 원자 A~D의 전자 배치를 보어 모형으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. A_2는 이중결합을 갖는다.
ㄴ. 안정한 이온의 반지름은 $A^{2-} < C^{+} < D^{2+}$이다.
ㄷ. A와 D로 이루어진 화합물에서 A와 D는 모두 B의 전자 배치를 한다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

전자 배치 모형에서 A, B, C, D의 전자 수와 원자가 전자 수를 읽고, 분자의 결합 종류와 등전자 이온의 반지름을 판단하는 문제이다. 모형의 전자 배치는 각각 A가 2,6, B가 2,8, C가 2,8,1, D가 2,8,2이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

ㄱ만 옳다는 선택지이지만 ㄷ도 옳다. A는 원자가 전자가 6개인 산소에 해당하므로 A_2에서는 두 원자가 전자 두 쌍을 공유하여 이중 결합을 이룬다. 또한 A는 전자 2개를 얻고 D는 전자 2개를 잃어 각각 A^{2-}, D^{2+}가 되며, 두 이온 모두 B의 전자 배치 2,8을 갖는다. 따라서 올바르게는 ㄱ과 ㄷ이 옳다.

② O

ㄱ과 ㄷ이 모두 옳다. A_2는 이중 결합을 가지며, A와 D로 이루어진 화합물에서 A^{2-}와 D^{2+}는 모두 B와 같은 전자 배치 2,8을 갖는다.

③ X

ㄴ은 틀리고 ㄱ은 옳으므로 ㄴ과 ㄷ을 고른 것은 잘못이다. A^{2-}, C^{+}, D^{2+}는 모두 전자 수가 10개인 등전자 이온이다. 등전자 이온에서는 핵전하가 클수록 전자를 더 강하게 끌어당겨 반지름이 작아지므로, 올바른 반지름 순서는 $D^{2+} < C^{+} < A^{2-}$이다. 따라서 올바르게는 ㄱ과 ㄷ이 옳다.

④ X

ㄴ의 부등호 방향이 반대이므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다는 판단은 잘못이다. ㄴ의 $A^{2-} < C^{+} < D^{2+}$는 $D^{2+} < C^{+} < A^{2-}$로 고쳐야 한다. 따라서 올바르게는 ㄱ과 ㄷ만 옳다.

오답 포인트

ㄴ에서 이온의 전하만 보고 양이온이 음이온보다 항상 크다고 판단하기 쉽다. 세 이온은 전자 수가 모두 10개이므로 전자 수가 아니라 핵전하를 비교해야 한다. 핵전하가 가장 큰 D^{2+}가 가장 작고, 핵전하가 가장 작은 A^{2-}가 가장 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 원자의 전자 배치와 원자가 전자 수를 센다. 안정한 이온을 만든 뒤 전자 수가 같다면 등전자 관계를 확인하고, 등전자 이온에서는 원자 번호가 클수록 핵전하가 커져 반지름이 작아진다는 기준을 적용한다.

암기 포인트

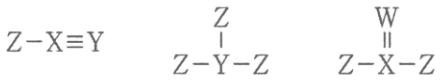
등전자 이온은 핵전하가 클수록 반지름이 작다. 이 문항에서는 $D^{2+} < C^{+} < A^{2-}$이다.

NoteBase

10. <보기 1>은 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>

- 그림은 (가)~(다)의 구조식을 순서 없이 나타낸 것이다.



- W~Z는 각각 C, N, O, F 중 하나이며 (가)~(다)는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.
- $\frac{\text{(공유 전자쌍 수)}}{\text{(비공유 전자쌍 수)}}$는 (나) > (다) > (가)이다.

<보기 2>

ㄱ. (가)~(다) 중 입체 구조는 1가지이다.
ㄴ. (나)에는 3중 결합이 있다.
ㄷ. 구성 원소의 수는 (가) > (다)이다.

① ㄱ　② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

옥텟 규칙을 만족하는 각 원자의 결합 수와 비공유 전자쌍 수로 W~Z를 정한 뒤, 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수의 비를 이용해 (가)~(다)를 대응시키는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

먼저 세 구조를 함께 보면, 세 개의 단일 결합을 하는 Y는 N, 한 개의 단일 결합을 하는 Z는 F, 네 쌍을 공유하는 X는 C, 이중 결합을 하는 W는 O이다. 따라서 제시된 세 구조는 각각 FCN, NF_3, COF_2이다.

공유 전자쌍 수/비공유 전자쌍 수는 FCN = 4/4 = 1, COF_2 = 4/8 = 1/2, NF_3 = 3/10이다. 그러므로 (나)는 FCN, (다)는 COF_2, (가)는 NF_3이다.

ㄱ은 옳다. NF_3는 N의 비공유 전자쌍 때문에 삼각뿔형인 입체 구조이고, FCN은 직선형, COF_2는 평면 삼각형이므로 입체 구조는 1가지이다.
ㄴ은 옳다. (나)인 FCN에는 C와 N 사이의 삼중 결합이 있다.
ㄷ은 옳지 않다. (가)인 NF_3는 N과 F의 2종 원소로 이루어지고, (다)인 COF_2는 C, O, F의 3종 원소로 이루어진다. 틀린 표현 '(가) > (다)'는 '(가) < (다)'로 고쳐야 한다.

① X — ㄱ만 고른 것은 ㄴ도 옳다는 점을 빠뜨렸다. 올바르게는 ㄱ과 ㄴ을 모두 골라야 한다.
② O — 옳은 ㄱ과 ㄴ을 모두 고르고 옳지 않은 ㄷ을 제외했다.
③ X — 옳은 ㄱ을 빠뜨리고 옳지 않은 ㄷ을 포함했다. 올바르게는 ㄱ과 ㄴ을 골라야 한다.
④ X — 옳지 않은 ㄷ까지 포함했다. 올바르게는 ㄱ과 ㄴ만 골라야 한다.

오답 포인트

구조가 제시된 왼쪽부터 곧바로 (가), (나), (다)라고 대응시키면 안 된다. '순서 없이 나타낸 것'이라는 조건에 따라 먼저 원소와 각 분자를 정하고, 전자쌍의 비가 큰 순서인 FCN > COF_2 > NF_3를 이용해 (나), (다), (가)를 결정해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

옥텟 구조에서는 먼저 대표 결합 수로 원소를 찾는다. C는 공유 전자쌍 4쌍, N은 보통 3쌍과 비공유 전자쌍 1쌍, O는 2쌍과 비공유 전자쌍 2쌍, F는 1쌍과 비공유 전자쌍 3쌍을 갖는다. 그다음 결합 차수의 합으로 공유 전자쌍을 세고 모든 원자의 비공유 전자쌍을 합하여 비를 비교한다.

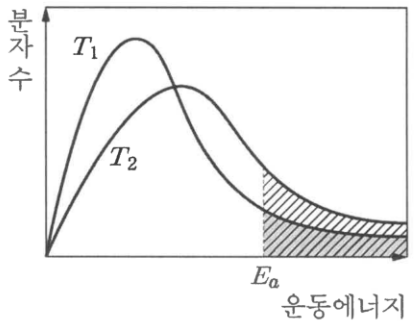
암기 포인트

옥텟 기본 결합 수는 C 4, N 3, O 2, F 1이며, 분자 모양은 중심 원자의 비공유 전자쌍까지 포함한 전자쌍 배치로 판단한다.

NoteBase

11. <보기 1>은 온도 T_1과 T_2에서 기체 분자의 운동 에너지에 따른 분자 수 분포를 나타낸 것이다. 다른 조건은 동일할 때, 반응 속도와 관련된 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, E_a는 활성화 에너지이다.)

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. 활성화 에너지는 T_1보다 T_2에서 크다.
ㄴ. 유효 충돌할 수 있는 분자의 수는 T_1보다 T_2에서 많다.
ㄷ. 반응 속도는 T_2보다 T_1에서 크다.

① ㄱ ② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 분자 운동 에너지 분포 곡선에서 활성화 에너지 E_a 이상인 영역의 넓이를 비교하여 유효 충돌 분자 수와 반응 속도를 판단하는 문제이다. 그림에서 T_2의 곡선은 T_1보다 오른쪽으로 퍼져 있고, E_a 이상의 면적도 더 크다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 틀렸다. 활성화 에너지는 반응이 일어나는 데 필요한 최소 에너지로, 같은 반응에서는 온도가 달라져도 변하지 않는다. 틀린 표현 '활성화 에너지는 T_1보다 T_2에서 크다'는 '활성화 에너지는 T_1과 T_2에서 같다'로 고쳐야 한다.

② O — ㄴ만 옳다. 그림에서 E_a 이상의 면적은 T_2가 T_1보다 크므로 유효 충돌할 수 있는 분자 수는 T_2에서 더 많다.

③ X — ㄱ과 ㄷ이 모두 틀렸다. 활성화 에너지는 두 온도에서 같고, E_a 이상의 분자 수가 더 많은 T_2에서 반응 속도가 더 크다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄷ'은 'ㄴ'으로 고쳐야 한다.

④ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ은 틀렸다. 유효 충돌이 더 자주 일어나는 T_2에서 반응 속도가 더 크다. 틀린 표현 '반응 속도는 T_2보다 T_1에서 크다'는 '반응 속도는 T_1보다 T_2에서 크다'로 고쳐야 하므로, 올바른 조합은 'ㄴ'이다.

NoteBase

오답 포인트

온도가 높아지면 분자의 운동 에너지 분포가 달라질 뿐 활성화 에너지 자체가 커지는 것은 아니다. 또한 곡선의 높이만 비교하지 않고 E_a 오른쪽 전체 면적을 비교해야 한다. 이 면적이 클수록 유효 충돌 가능한 분자 수가 많고 반응 속도가 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 E_a의 위치가 같은지 확인한 뒤, 각 곡선에서 E_a 오른쪽 면적을 비교한다. 오른쪽 면적이 더 큰 온도에서 유효 충돌 가능한 분자 수와 반응 속도가 더 크다고 판단한다.

암기 포인트

온도 상승: E_a는 그대로, E_a 이상인 분자 수와 반응 속도는 증가한다.

NoteBase

12. <보기>는 표준 상태에서의 열화학 반응식을 나타낸 것이다. (가)~(다)의 반응엔탈피(ΔH_1, ΔH_2, ΔH_3)로부터 구한 메테인의 생성엔탈피(ΔH_4)로 가장 적절한 것은?

<보기>

(가) $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(l)$	ΔH_1
(나) $CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$	ΔH_2
(다) $C(s)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$	ΔH_3
(라) $C(s)+2H_2(g)\rightarrow CH_4(g)$	ΔH_4

① $\Delta H_1+\Delta H_2+\Delta H_3$
② $2\Delta H_1+\Delta H_2+\Delta H_3$
③ $\Delta H_1-\Delta H_2+\Delta H_3$
④ $2\Delta H_1-\Delta H_2+\Delta H_3$

정답 4번

출제 포인트

헤스의 법칙을 이용해 주어진 반응식을 더하거나 뒤집어 메테인의 생성 반응을 만들고, 그에 맞는 반응엔탈피의 조합을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응: 물 1몰의 생성 ΔH_1, 메테인 1몰의 연소 ΔH_2, 이산화 탄소 1몰의 생성 ΔH_3
구해야 할 반응: $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$의 ΔH_4
주의할 조건: 목표 반응에서 메테인은 생성물이므로 메테인 연소 반응은 역반응으로 사용하고, 물 2몰을 없애려면 물 생성 반응을 2배 해야 한다.

사용할 공식

헤스의 법칙에 따라 반응식을 더하면 반응엔탈피도 같은 배수와 방향으로 더한다. 반응식을 역으로 바꾸면 반응엔탈피의 부호가 바뀐다.

따라서 2×(가)-(나)+(다)를 사용한다. 이 조합은 중간 생성물인 CO_2, H_2O, O_2를 모두 소거하고 목표 반응만 남기기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. (가)를 2배한다.

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ $\quad 2\Delta H_1$

2. (나)를 역으로 바꾼다.

$CO_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow CH_4(g) + 2O_2(g)$ $\quad -\Delta H_2$

3. 여기에 (다)를 그대로 더한다.

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H_3$

4. 양변의 CO_2, $2H_2O$, $2O_2$를 소거하면 $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$만 남는다.

$\Delta H_4 = 2\Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3$

선지 판단

① X — $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$는 (나)를 정방향으로 더하고 (가)도 1배만 사용하므로 목표 반응을 만들 수 없다. 틀린 식이며, 올바르게는 $2\Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3$이다.

② X — $2\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$는 물 생성 반응의 계수는 맞지만 메테인 연소 반응의 방향을 뒤집지 않아 ΔH_2의 부호가 잘못되었다. 올바르게는 $2\Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3$이다.

③ X — $\Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3$는 연소 반응을 뒤집은 부호는 맞지만, 물 2몰을 소거해야 하는데 (가)를 1배만 사용했다. 올바르게는 $2\Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3$이다.

④ O — $2\Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3$는 (가)를 2배하고 (나)를 역으로 한 뒤 (다)를 더한 값이다. 모든 중간 물질이 소거되어 메테인의 생성 반응과 정확히 일치한다.

오답 포인트

핵심 함정은 (나)가 메테인의 생성 반응이 아니라 연소 반응이라는 점이다. 메테인을 생성물 쪽에 놓으려면 (나)를 반드시 뒤집어 $-\Delta H_2$로 사용해야 한다. 또한 (나)에 물이 2몰 있으므로 (가)의 ΔH_1도 반드시 2배 해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

목표 반응을 먼저 적고, 목표 물질의 위치에 맞게 각 반응의 방향을 정한 다음 계수를 맞춘다. 마지막으로 목표 반응에 없는 물질이 모두 소거되는지 확인하면 엔탈피의 부호와 배수를 동시에 검산할 수 있다.

암기 포인트

반응을 뒤집으면 ΔH의 부호가 바뀌고, 반응식의 계수를 배수로 바꾸면 ΔH도 같은 배수가 된다.

NoteBase

13. $V_1 \sim V_4$ 중 부피[mL]가 가장 큰 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하다.)

① 0.1M $HCl(aq)$ 100mL를 완전히 중화하는 데 필요한 0.2M $NaOH(aq)$의 최소한의 부피 V_1mL

② 0.3M $HCl(aq)$ 50mL를 완전히 중화하는 데 필요한 0.1M $NaOH(aq)$의 최소한의 부피 V_2mL

③ 0.5M $H_2SO_4(aq)$ 40mL를 완전히 중화하는 데 필요한 0.4M $NaOH(aq)$의 최소한의 부피 V_3mL

④ 0.8M $H_2SO_4(aq)$ 20mL를 완전히 중화하는 데 필요한 0.4M $NaOH(aq)$의 최소한의 부피 V_4mL

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 산이 내놓는 수소 이온의 몰수와 수산화 이온의 몰수가 같아지는 완전 중화 조건을 이용하여 필요한 NaOH 수용액의 부피를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 각 산과 NaOH 수용액의 몰 농도 및 부피이다.
구해야 할 값: V_1~V_4 중 가장 큰 부피이다.
주의할 조건: HCl은 1몰당 수소 이온 1몰을, H_2SO_4는 1몰당 수소 이온 2몰을 내놓으므로 황산에는 2를 곱한다.
농도를 *mol/L*, 부피를 *mL*로 함께 계산하면 공통 환산 인자 1/1000이 양변에서 소거된다.

사용할 공식

완전 중화점에서는
$n(H^+) = n(OH^-)$
이므로
aM_산V_산=M_NaOHV_NaOH
이다. 여기서 *a*는 산 1몰이 내놓는 수소 이온의 몰수로, HCl은 1이고 H_2SO_4는 2이다. 이 공식을 쓰는 이유는 완전 중화에 필요한 NaOH의 양이 산의 단순 몰수가 아니라 산이 제공하는 수소 이온의 총 몰수로 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. V_1은 $0.1 \times 100 = 0.2 \times V_1$이므로 $V_1 = 50mL$이다.
2. V_2는 $0.3 \times 50 = 0.1 \times V_2$이므로 $V_2 = 150mL$이다.
3. V_3은 $2 \times 0.5 \times 40 = 0.4 \times V_3$이므로 $V_3 = 100mL$이다.
4. V_4는 $2 \times 0.8 \times 20 = 0.4 \times V_4$이므로 $V_4 = 80mL$이다.

따라서 $V_2 > V_3 > V_4 > V_1$이다.

선지 판단

① X — $V_1 = 50mL$로 네 값 중 가장 작다. '가장 큰 부피는 V_1'이 아니라 '가장 큰 부피는 V_2'로 고쳐야 한다.
② O — $V_2 = 150mL$로 네 값 중 가장 크다.
③ X — 황산의 수소 이온 당량 2를 반영하면 $V_3 = 100mL$이므로 V_2보다 작다. '가장 큰 부피는 V_3'이 아니라 '가장 큰 부피는 V_2'로 고쳐야 한다.
④ X — 황산의 수소 이온 당량 2를 반영하면 $V_4 = 80mL$이므로 V_2보다 작다. '가장 큰 부피는 V_4'가 아니라 '가장 큰 부피는 V_2'로 고쳐야 한다.
계산 결과 가장 큰 값은 $150mL$인 V_2이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

③과 ④에서 H_2SO_4를 HCl처럼 1가 산으로 계산하면 필요한 NaOH의 부피를 절반으로 잘못 구하게 된다. 또한 필요한 부피는 산의 농도만으로 정해지지 않으며, 산의 농도·부피·수소 이온 당량과 NaOH의 농도를 모두 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

중화 계산에서는 먼저 산의 몰수에 내놓는 수소 이온 수를 곱해 수소 이온의 몰수를 구하고, 이를 NaOH의 몰농도로 나누어 필요한 부피를 계산한 뒤 단위를 통일하여 비교한다.

암기 포인트

완전 중화의 핵심은 산과 염기의 단순 몰수 일치가 아니라 H^+ 당량과 OH^- 당량의 일치이다. HCl은 1당량, H_2SO_4는 2당량으로 계산한다.

NoteBase

14. <보기 1>은 25℃, 1기압에서 탄산칼슘($CaCO_3$)과 묽은 염산(HCl)이 반응할 때의 화학 반응식을 나타낸 것이다. 0.3몰의 탄산칼슘이 모두 반응했을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, a~e는 반응 계수이고, CO_2의 화학식량은 44이다.)

<보기 1>

$$a\mathrm{CaCO_3}(s) + b\mathrm{HCl}(aq) \rightarrow c\mathrm{CO_2}(g) + d\mathrm{H_2O}(l) + e\mathrm{CaCl_2}(aq)$$

<보기 2>

ㄱ. $a+b<c+d+e$이다.
ㄴ. 생성된 CO_2의 질량은 13.2g이다.
ㄷ. 반응 후 Ca의 산화수는 증가한다.

① ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 화학 반응식의 계수를 맞춘 뒤, 몰수로부터 생성물의 질량을 계산하고 반응 전후 산화수 변화를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 탄산칼슘 $0.3mol$, 이산화 탄소의 몰 질량 $44g/mol$이다.
구해야 할 것: 반응 계수의 관계, 생성된 CO_2의 질량, 칼슘의 산화수 변화이다.
주의할 조건: 탄산칼슘이 모두 반응하므로 반응식의 몰비에 따라 $CaCO_3$와 CO_2의 몰수는 같다.

사용할 공식

균형 반응식은 다음과 같다.
$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l) + CaCl_2(aq)$
따라서 $a=1, b=2, c=1, d=1, e=1$이다. 생성물의 질량은 $m=nM$으로 구한다. 반응식에서 $CaCO_3$와 CO_2의 계수비가 1:1이므로 이 공식을 이용해 생성된 CO_2의 질량을 계산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 계수의 합은 $a+b=1+2=3$, $c+d+e=1+1+1=3$이므로 두 값은 같다.
2. $CaCO_3$와 CO_2의 몰비가 1:1이므로 생성된 CO_2는 $0.3mol$이다.
3. $m(CO_2)=0.3mol\times 44g/mol=13.2g$
4. $CaCO_3$에서 Ca의 산화수는 +2이고, $CaCl_2$에서도 +2이므로 산화수는 변하지 않는다. 따라서 ㄴ만 옳다.

선지 판단

① O — ㄴ만 고른 선지이다. 생성된 CO_2의 질량은 $13.2g$이고, ㄱ과 ㄷ은 틀리므로 옳다.

② X — ㄱ과 ㄷ을 고른 선지이지만 둘 다 틀리다. ㄱ의 '$a+b<c+d+e$'는 '$a+b=c+d+e$'로, ㄷ의 '산화수는 증가한다'는 '산화수는 +2로 변하지 않는다'로 고쳐야 한다.

③ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀리다. 칼슘의 산화수는 반응 전후 모두 +2이므로, 올바르게는 ㄴ만 고른다.

④ X — ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 선지이지만 ㄱ과 ㄷ이 틀리다. 계수 합은 양변 모두 3이고 칼슘의 산화수는 변하지 않으므로, 올바르게는 ㄴ만 고른다.

오답 포인트

계수는 원자의 종류별 개수가 양변에서 같아지도록 맞춰야 한다. 이 반응에서는 반응물 쪽 계수 합과 생성물 쪽 계수 합이 우연히 모두 3이므로 ㄱ의 부등호에 속기 쉽다. 또한 반응 전후 화합물이 달라졌다는 사실만으로 산화수가 변했다고 판단하면 안 된다. Ca의 산화수를 각 화합물에서 직접 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응식을 최소 정수비로 맞추고, 계수비로 몰수를 연결한 뒤 $m=nM$으로 질량을 구한다. 산화수 변화는 반응물과 생성물에서 해당 원소의 산화수를 각각 계산하여 비교한다.

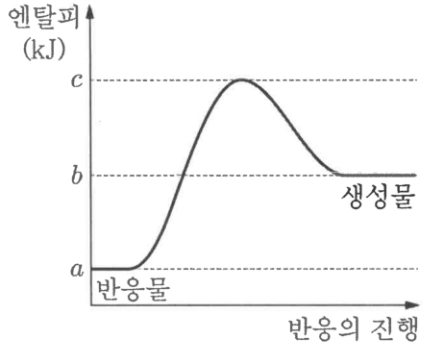
암기 포인트

계수 맞추기 → 몰비 적용 → $m=nM$, 산화수는 반응 전후 값을 직접 비교한다.

NoteBase

15. <보기 1>은 반응의 진행에 따른 엔탈피 변화를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. 역반응이 진행될 때 주위의 온도는 증가한다.
ㄴ. 정반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 $(a-b)$kJ이다.
ㄷ. 정반응의 활성화 에너지(E_a)는 $(c-b)$kJ이다.

① ㄱ ② ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

엔탈피 변화는 생성물과 반응물의 엔탈피 차이이고, 활성화 에너지는 반응을 시작하는 상태에서 활성화물까지 올라가는 데 필요한 에너지이다. 도식에서 반응물은 *a*, 생성물은 *b*, 활성화물은 *c*이므로 정반응은 흡열 반응이고 역반응은 발열 반응이다.

선지별 해설

① O — ㄱ만 옳다. 역반응에서는 엔탈피가 *b*에서 *a*로 낮아지며 에너지를 방출하므로 주위의 온도가 증가한다.
② X — ㄷ은 틀리다. $c - b$는 생성물에서 활성화물까지의 차이이므로 역반응의 활성화 에너지이다. 정반응의 활성화 에너지는 $c - a$이다. 따라서 'ㄷ'이 아니라 'ㄱ'만 고른 것이 옳다.
③ X — ㄴ과 ㄷ이 모두 틀리다. 정반응의 반응 엔탈피는 $\Delta H = b - a$이고, 정반응의 활성화 에너지는 $c - a$이다. 따라서 'ㄴ, ㄷ'이 아니라 'ㄱ'만 고른 것이 옳다.
④ X — ㄴ과 ㄷ이 틀리므로 세 진술을 모두 고를 수 없다. 올바르게는 ㄱ만 옳고, $\Delta H = b - a$, 정반응의 활성화 에너지는 $c - a$이다.

NoteBase

오답 포인트

에너지의 차이를 빼는 순서와 정반응·역반응의 출발점을 바꾸어 읽기 쉽다. 정반응의 반응 엔탈피를 $a - b$로 쓰면 부호가 반대가 되고, $c - b$를 정반응의 활성화 에너지로 보면 역반응의 출발점인 생성물 b를 사용한 셈이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응물과 생성물의 높이를 비교한다. 생성물이 더 높으면 정반응은 흡열, 역반응은 발열이다. 반응 엔탈피는 '생성물-반응물', 활성화 에너지는 '봉우리-해당 반응의 출발점'으로 계산한다.

암기 포인트

Δ H=H_생성물-H_반응물, E_a=H_활성화물-H_출발점이다.

NoteBase

16. <보기 1>은 25℃에서 수용액 (가), (나)의 $\frac{\text{pH}}{\text{pOH}}$를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, 25℃에서 물의 자동 이온화 상수(K_w)는 1.0×10^{-14}이다.)

<보기 1>

수용액	(가)	(나)
$\frac{\text{pH}}{\text{pOH}}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{5}$

<보기 2>

ㄱ. (가)의 $[H_3O^+]$는 0.01M이다.
ㄴ. (나)를 100배 묽힌 용액의 pH는 (가)와 같다.
ㄷ. (나)의 pOH는 10이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

25°C에서 pH + pOH = 14임을 이용하여 주어진 비로 각 수용액의 pH와 pOH를 구하고, 산성 용액의 희석에 따른 pH 변화를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: (가)의 pH/pOH = 1/6, (나)의 pH/pOH = 2/5이다.
구해야 할 값: (가)의 $[H_3O^+]$, (나)를 100배 묽힌 용액의 pH, (나)의 pOH이다.
주의할 조건: 25°C에서 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$이므로 pH + pOH = 14이다.

사용할 공식

pH + pOH = 14
$\text{pH} = -\log[H_3O^+]$
산성 용액을 100배 묽히면 $[H_3O^+]$가 1/100로 감소하므로 pH는 2만큼 증가한다. 주어진 pH와 pOH의 비를 합이 14라는 조건과 함께 사용하면 각각의 값을 정할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. (가)에서 pH를 x라 하면 pOH는 $6x$이다. 따라서 $x + 6x = 14$이므로 $x = 2$이다. 즉, (가)의 pH는 2이고 $[H_3O^+] = 10^{-2} = 0.01\,M$이다.
2. (나)에서 pH를 $2y$, pOH를 $5y$라 하면 $2y + 5y = 14$이므로 $y = 2$이다. 따라서 (나)의 pH는 4이고 pOH는 10이다.
3. (나)를 100배 묽히면 pH가 2만큼 증가하여 6이 된다. 이는 (가)의 pH인 2와 같지 않다.
4. 그러므로 ㄱ과 ㄷ은 옳고 ㄴ은 옳지 않다.

선지 판단

① X — ㄱ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 'ㄱ만 옳다'는 선택은 틀리다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
② X — ㄴ은 옳지 않다. (나)를 100배 묽힌 용액의 pH는 6이며, (가)의 pH 2와 같지 않다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
③ O — ㄱ의 $[H_3O^+] = 0.01\,M$이고 ㄷ의 (나) pOH는 10이므로 ㄱ, ㄷ의 조합이 옳다.
④ X — ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ을 포함한 것이 틀리다. 'ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다'가 아니라 ㄱ, ㄷ만 옳다.

오답 포인트

비 1/6과 2/5를 pH 또는 pOH 값으로 그대로 읽으면 안 된다. 각각 비례값을 미지수로 놓고 합이 14가 되도록 계산해야 한다. 또한 100배 희석은 pH를 100배로 만드는 것이 아니라 산성 용액의 pH를 2만큼 증가시킨다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 pH와 pOH의 비를 가장 간단한 정수비로 놓고 두 값의 합이 14가 되도록 계산한다. 이어서 $[H_3O^+] = 10^{-pH}$를 적용하고, 산성 용액을 10^n배 묽히면 pH가 n만큼 증가한다는 관계로 검산한다.

암기 포인트

25°C에서는 pH + pOH = 14이고, 산성 용액의 100배 희석은 pH를 2만큼 증가시킨다.

NoteBase

17. <보기 1>은 $NO(g)$와 $O_2(g)$가 반응하여 $NO_2(g)$를 생성하는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다. <보기 2>는 반응물의 초기 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 온도는 일정하다.)

<보기 1>

$2NO(g)+O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$, $v=k[NO]^m[O_2]^n$
(k는 반응 속도 상수, m, n은 반응 차수)

<보기 2>

실험	초기 농도(M)		초기 반응 속도(M/s)
	NO	O_2	
(가)	a	0.01	5.6×10^{-2}
(나)	a	0.02	11.2×10^{-2}
(다)	0.01	0.02	2.8×10^{-2}
(라)	0.03	0.02	25.2×10^{-2}

① m은 n의 3배이다.
② a는 0.04이다.
③ NO에 대한 1차 반응이다.
④ 반응 속도 상수(k)는 $1.4\times10^4 L^2/(mol^2\cdot s)$이다.

정답 4번

출제 포인트

초기 농도와 초기 반응 속도의 비를 비교하여 반응 차수 m, n, 농도 a, 반응 속도 상수 k를 구하는 문제이다.

조건 정리

속도식은 $v=k[NO]^m[O_2]^n$이다. 한 반응물의 반응 차수를 구할 때에는 그 반응물의 농도만 달라지고 다른 반응물의 농도는 같은 두 실험을 비교한다.

사용할 공식

두 실험에서 다른 조건이 같을 때 $v_2/v_1=([A]_2/[A]_1)^p$를 사용한다. 농도 변화 배율을 p제곱한 값이 속도 변화 배율이기 때문이다. 반응 차수를 정한 뒤에는 $k=v/([NO]^m[O_2]^n)$를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. (가)와 (나)는 [NO]가 같고 $[O_2]$가 2배가 될 때 속도도 2배가 되므로 $2^n = 2$, 즉 $n = 1$이다.
2. (다)와 (라)는 $[O_2]$가 같고 [NO]가 3배가 될 때 속도가 9배가 되므로 $3^m = 9$, 즉 $m = 2$이다.
3. (나)와 (다)를 비교하면 $[O_2]$는 같고 속도비는 $(11.2 \times 10^{-2})/(2.8 \times 10^{-2}) = 4$이다. 따라서 $(a/0.01)^2 = 4$이므로 $a = 0.02\,\mathrm{M}$이다.
4. (다)의 값을 속도식에 대입하면 $k = (2.8 \times 10^{-2})/((0.01)^2 \times 0.02) = 1.4 \times 10^4\,\mathrm{M^{-2}s^{-1}} = 1.4 \times 10^4\,\mathrm{L^2/(mol^2 \cdot s)}$이다.

선지 판단

① X — $m = 2$, $n = 1$이므로 'm은 n의 3배'가 틀렸다. 올바르게는 m은 n의 2배이다.
② X — 계산 결과 $a = 0.02$이므로 '$a = 0.04$'가 틀렸다. 올바르게는 $a = 0.02$이다.
③ X — $m = 2$이므로 'NO에 대한 1차 반응'이 틀렸다. 올바르게는 NO에 대한 2차 반응이다.
④ O — $k = 1.4 \times 10^4\,\mathrm{L^2/(mol^2 \cdot s)}$로 계산되므로 옳다.

오답 포인트

반응식의 계수를 그대로 반응 차수로 정하면 안 된다. 반응 차수는 반드시 초기 농도와 초기 속도의 실험값 비로 결정하며, a를 구할 때에는 속도비 4에 대해 제곱근을 취해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 한 반응물의 농도만 변한 실험쌍을 찾아 속도비로 각 반응 차수를 구한다. 그다음 미지 농도를 계산하고, 마지막에 한 실험의 값을 속도식에 대입하여 k와 단위를 확인한다.

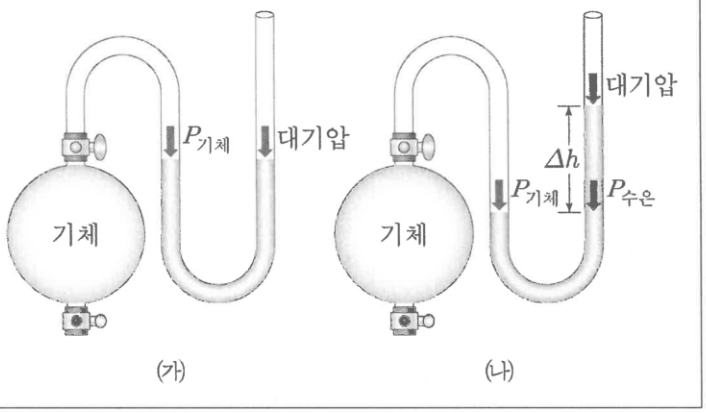
암기 포인트

농도 r배에 속도가 r^p배이면 그 반응물에 대한 반응 차수는 p이다.

NoteBase

18. <보기 1>의 (가)와 (나)는 일정한 온도에서 수은이 들어 있는 U자관 장치를 이용하여 용기 속 기체의 압력을 측정하는 그림이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, 대기압은 1기압이고, Δh는 수은 기둥의 높이차이다.)

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. (가)에서 기체의 압력은 0기압이다.
ㄴ. (나)에서 기체의 압력은 대기압에서 Δh에 해당하는 압력을 뺀 값과 같다.
ㄷ. (나)에서 Δh가 760mm이면 기체의 압력은 2기압이다.

① ㄴ ② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

열린 U자관 수은 압력계에서 두 수은면의 높이 관계로 기체의 절대 압력을 판단하는 문제이다. 수은면의 높이가 같으면 기체 압력과 대기압이 같고, 기체 쪽 수은면이 더 낮으면 기체 압력이 대기압보다 크다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄴ은 틀리다. (나)에서는 기체 쪽 수은면이 대기 쪽보다 낮으므로 기체 압력이 더 크며, 올바르게는 P_기체=P_대기압+P_수은 기둥이다. 따라서 '대기압에서 Δh에 해당하는 압력을 뺀 값'이 아니라 더한 값이다.
② O — ㄷ만 옳다. $\Delta h = 760mm$인 수은 기둥의 압력은 1기압이므로 P_기체=1기압+1기압=2기압이다.
③ X — ㄱ과 ㄴ이 모두 틀리다. (가)에서 높이가 같다는 것은 기체 압력이 0기압이라는 뜻이 아니라 대기압과 같다는 뜻이므로 기체의 절대 압력은 1기압이다. ㄴ도 압력차를 빼는 것이 아니라 더해야 한다. 올바른 조합은 ㄷ만 포함한 ②이다.
④ X — ㄱ은 틀리고 ㄷ만 옳다. (가)의 기체 압력은 0기압이 아니라 대기압과 같은 1기압이다. 따라서 ㄱ을 제외한 'ㄷ'만 고른 ②가 올바르다.

오답 포인트

(가)에서 수은면의 높이가 같을 때 '압력차가 0'인 것과 '기체의 절대 압력이 0'인 것을 혼동하기 쉽다. 또한 (나)에서는 기체 쪽 수은면이 더 낮으므로 기체가 수은을 더 세게 누르고 있으며, 이때 기체 압력은 대기압에 수은 기둥의 압력차를 더한 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 양쪽 수은면 중 어느 쪽이 낮은지 확인한다. 기체 쪽이 낮으면 P_기체>P_대기압이므로 압력차를 더하고, 기체 쪽이 높으면 P_기체<P_대기압이므로 압력차를 뺀다. 높이가 같으면 두 압력이 같다.

암기 포인트

수은면이 낮은 쪽의 압력이 더 크다. 높이가 같으면 압력차만 0이며, 열린 관에서 기체의 절대 압력은 대기압과 같다.

NoteBase

19. <보기>는 25℃에서 탄산수소이온(HCO_3^-)의 이온화 평형 반응식과 산의 이온화 상수(K_a)를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>

(가) $HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows CO_3^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$, $K_a = 5.6 \times 10^{-11}$

(나) $H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$, $K_a = 4.3 \times 10^{-7}$

① (가)에서 탄산수소이온(HCO_3^-)은 산으로 작용한다.

② (나)에서 탄산수소이온(HCO_3^-)은 탄산(H_2CO_3)의 짝염기이다.

③ (나)에서 탄산(H_2CO_3)이 하이드로늄 이온(H_3O^+)보다 강한 산이다.

④ 탄산수소이온(HCO_3^-)과 탄산(H_2CO_3) 중 강한 산은 탄산(H_2CO_3)이다.

정답 3번

출제 포인트

탄산수소 이온의 양쪽성, 짝산·짝염기 관계, 그리고 산의 이온화 상수 K_a를 이용한 산의 세기 비교를 묻는 문제이다.

핵심 개념

탄산수소 이온 HCO_3^-은 양성자 H^+를 내놓아 CO_3^{2-}가 될 수도 있고, 양성자를 받아 H_2CO_3가 될 수도 있는 양쪽성 물질이다.

산의 이온화 상수 K_a가 클수록 물에서 더 많이 이온화하므로 더 강한 산이다. 따라서 $4.3 \times 10^{-7} > 5.6 \times 10^{-11}$이므로 H_2CO_3가 HCO_3^-보다 강한 산이다.

선지별 해설

① O — (가)에서 HCO_3^-은 물에 양성자를 주어 CO_3^{2-}가 되므로 산으로 작용한다.

② O — (나)에서 H_2CO_3가 양성자를 내놓으면 HCO_3^-이 되므로, HCO_3^-은 H_2CO_3의 짝염기이다.

③ X — 틀린 표현은 'H_2CO_3이 H_3O^+보다 강한 산'이라는 부분이다. (나)의 $K_a = 4.3 \times 10^{-7}$은 1보다 매우 작아 평형이 반응물 쪽에 치우치므로, 반응물 쪽 산인 H_2CO_3은 생성물 쪽 산인 H_3O^+보다 약한 산이다. 올바르게는 'H_3O^+이 H_2CO_3보다 강한 산이다'이다.

④ O — H_2CO_3의 $K_a = 4.3 \times 10^{-7}$이 HCO_3^-의 $K_a = 5.6 \times 10^{-11}$보다 크므로, 두 물질 중 더 강한 산은 H_2CO_3이다.

NoteBase

오답 포인트

④에서는 두 탄산계 산의 K_a만 직접 비교하지만, ③에서는 한 평형식 안의 반응물 산과 생성물 산을 비교해야 한다. (나)의 K_a가 1보다 작다는 사실은 H_2CO_3이 H_3O^+보다 약한 산임을 뜻한다.

다시 나오면 이렇게 판단

서로 다른 산의 세기는 먼저 K_a의 크기를 비교한다. 하나의 양성자 이동 평형에서 양쪽 산의 세기를 비교할 때는 평형이 더 약한 산과 더 약한 염기가 있는 쪽에 치우친다는 원리를 적용한다.

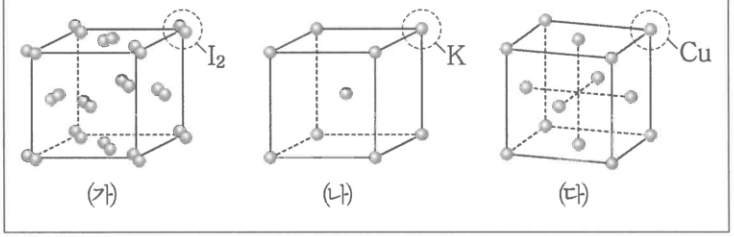
암기 포인트

K_a가 클수록 강한 산이며, 산-염기 평형은 약한 산·약한 염기 쪽을 선호한다. HCO_3^-은 산과 염기로 모두 작용한다.

NoteBase

20. <보기>의 (가)~(다)는 각각 아이오딘(I_2)과 칼륨(K), 구리(Cu)의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다. (가)~(다)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① (가)는 금속 결정이다.
② (나)에서 단위 세포에 포함된 K는 4개이다.
③ (다)에서 한 원자와 가장 인접한 원자의 수는 8개이다.
④ 고체 상태에서 전기 전도성이 있는 것은 (나), (다)이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 결정 구조 모형에서 입자의 종류와 위치를 확인하여 결정의 종류, 단위 세포에 포함된 입자 수, 배위수, 고체의 전기 전도성을 판단하는 문제이다. (가)는 요오드 분자 I_2로 이루어진 분자 결정, (나)는 체심 입방 구조의 칼륨, (다)는 면심 입방 구조의 구리이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
(가)의 구성 입자는 I_2 분자이며, 고체 아이오딘은 분자 사이의 인력으로 이루어진 분자 결정이다. 틀린 표현인 '금속 결정'은 '분자 결정'으로 고쳐야 한다.

② X
(나)는 꼭짓점 8개와 정육면체 중심에 K 원자 1개가 있는 체심 입방 구조이다. 꼭짓점 원자는 8개의 단위 세포가 공유하므로 단위 세포에 포함된 K 원자 수는 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$개이다. 틀린 값인 '4개'는 '2개'로 고쳐야 한다.

③ X
(다)는 꼭짓점과 각 면의 중심에 Cu 원자가 있는 면심 입방 구조이다. 면심 입방 구조에서 한 원자와 가장 인접한 원자의 수인 배위수는 12이다. 틀린 값인 '8개'는 '12개'로 고쳐야 한다.

④ O
(나)의 K와 (다)의 Cu는 모두 금속 결정이다. 금속 결정에는 자유롭게 이동할 수 있는 전자가 있으므로 고체 상태에서도 전기 전도성이 있다.

오답 포인트

단위 세포 그림에 표시된 원자의 개수를 그대로 세면 ②를 잘못 판단하기 쉽다. 꼭짓점 원자는 1/8만 단위 세포에 포함되고, 체심 원자는 온전히 1개 포함된다. 또한 체심 입방 구조의 배위수 8과 면심 입방 구조의 배위수 12를 바꾸어 기억하면 ③에 속기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 입자가 분자인지 금속 원자인지 구분한다. 다음으로 체심 입방 구조는 '꼭짓점+체심', 면심 입방 구조는 '꼭짓점+면심'으로 식별한다. 단위 세포 속 원자 수는 공유 비율을 적용하고, 배위수는 체심 입방 8, 면심 입방 12를 사용하며, 금속 결정은 고체 상태에서도 전기가 통한다고 판단한다.

암기 포인트

체심 입방: 원자 수 2 · 배위수 8, 면심 입방: 원자 수 4 · 배위수 12, 금속 결정: 고체에서도 전기 전도성이 있다.

NoteBase