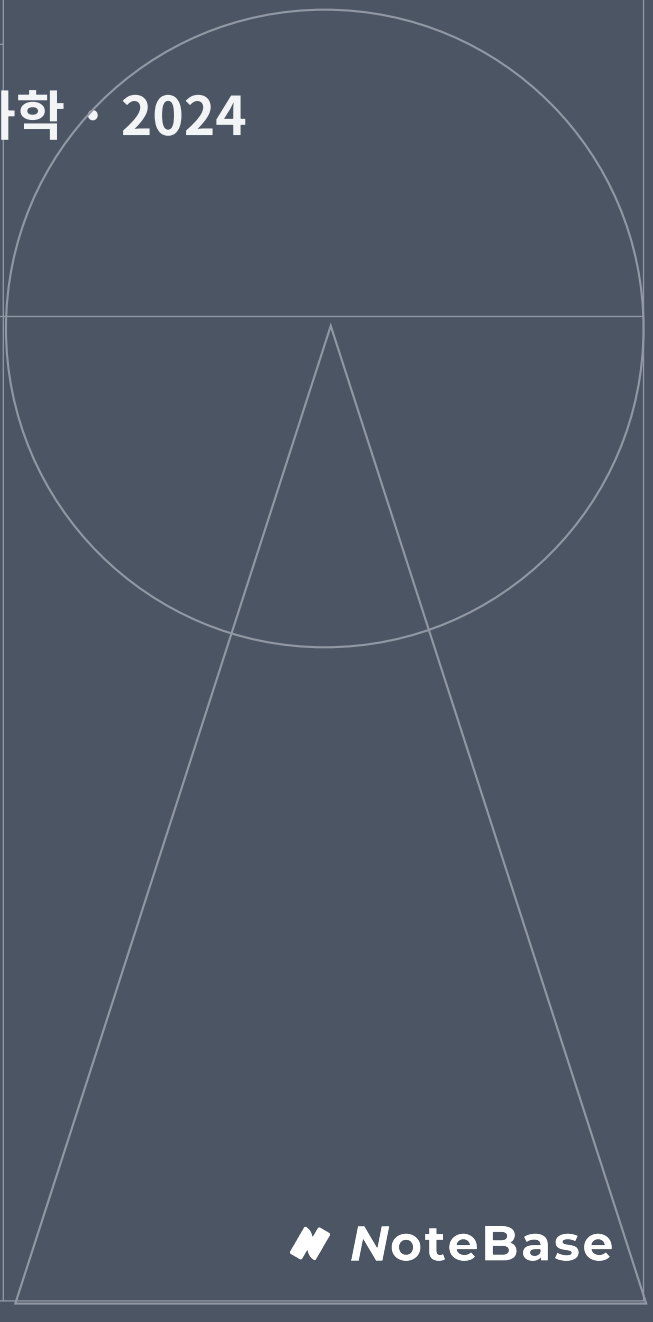
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2024

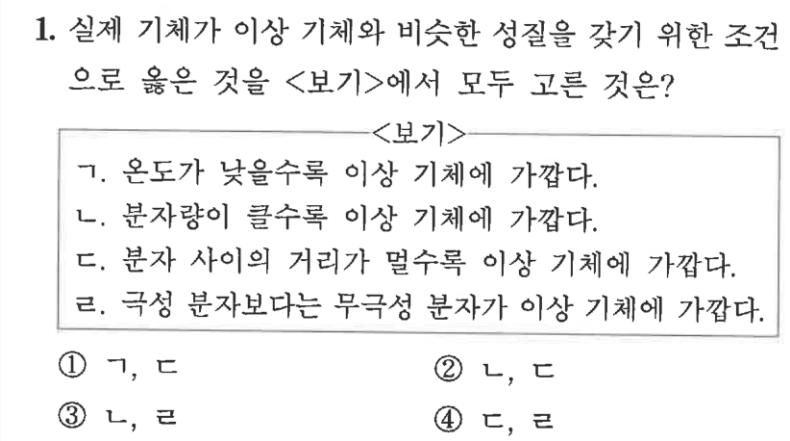


NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2024

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2024



1. 실제 기체가 이상 기체와 비슷한 성질을 갖기 위한 조건으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 온도가 낮을수록 이상 기체에 가깝다.
ㄴ. 분자량이 클수록 이상 기체에 가깝다.
ㄷ. 분자 사이의 거리가 멀수록 이상 기체에 가깝다.
ㄹ. 극성 분자보다는 무극성 분자가 이상 기체에 가깝다.

① ㄱ, ㄷ　② ㄴ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ　④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

실제 기체가 이상 기체에 가까워지는 조건을 분자 간 인력과 분자 자체 부피의 영향으로 판단하는 문제이다.

핵심 개념

이상 기체는 분자 자체의 부피와 분자 사이의 인력을 무시하는 가상의 기체이다. 실제 기체는 온도가 높고 압력이 낮을수록 분자 간 거리가 멀어져 인력과 분자 부피의 영향이 상대적으로 작아지므로 이상 기체에 가까워진다.
또한 일반적으로 분자량이 작고 극성이 없는 분자일수록 분자 간 인력이 약하여 이상 기체와 비슷하게 거동한다.
따라서 ㄱ은 틀리고, ㄴ은 틀리며, ㄷ과 ㄹ은 옳다.

선지별 해설

① X — ㄱ의 '온도가 낮을수록'이 틀렸다. 온도가 낮으면 분자의 운동 에너지가 작아져 분자 간 인력의 영향이 커진다. 올바르게는 '온도가 높을수록 이상 기체에 가깝다'이며, 옳은 보기의 조합은 ㄷ, ㄹ이다.
② X — ㄴ의 '분자량이 클수록'이 틀렸다. 일반적으로 분자량이 클수록 분산력이 커져 이상 기체에서 더 벗어나기 쉽다. 올바르게는 '분자량이 작을수록 이상 기체에 가깝다'이며, 옳은 보기의 조합은 ㄷ, ㄹ이다.
③ X — ㄹ은 옳지만 ㄴ이 틀렸다. 일반적으로 분자량이 작은 기체일수록 분자 간 인력이 약해 이상 기체에 가깝다. 따라서 'ㄴ, ㄹ'은 'ㄷ, ㄹ'로 고쳐야 한다.
④ O — ㄷ처럼 분자 사이의 거리가 멀면 분자 간 인력과 분자 자체 부피의 영향이 작아진다. 또한 ㄹ처럼 무극성 분자는 극성 분자보다 분자 간 인력이 약하므로 이상 기체에 더 가깝다. 따라서 ㄷ, ㄹ의 조합이 옳다.

NoteBase

오답 포인트

ㄱ의 낮은 온도와 ㄷ의 먼 거리를 모두 '분자가 천천히 움직이거나 서로 떨어진 상태'로 막연히 묶으면 틀리기 쉽다. 낮은 온도에서는 분자 간 인력의 영향이 커지지만, 먼 거리에서는 그 영향이 작아진다는 차이가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자 사이의 인력과 분자 자체 부피의 영향이 작아지는 조건인지 확인한다. 고온·저압, 먼 분자 간 거리, 작은 분자량, 무극성은 실제 기체를 이상 기체에 가깝게 하는 방향이다.

암기 포인트

이상 기체에 가까운 조건은 고온·저압·작은 분자량·무극성이다.

NoteBase

2. <보기 1>은 0℃, 1atm에서 $C_3H_4(g)$ 연소 반응의 화학 반응식이다. <보기 2>를 만족할 때, <보기 1>에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, a~d는 반응 계수이다.)

<보기 1>

$$aC_3H_4(g)+bO_2(g)\rightarrow cCO_2(g)+dH_2O(g)$$

<보기 2>

- H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.
- 0℃, 1atm에서 기체 1몰의 부피는 22.4L이다.
- 주어진 모든 기체는 이상 기체이다.

① $a+b=c+d$이다.

② O_2 32g이 반응하면 H_2O 22.4L가 생성된다.

③ C_3H_4 $\frac{1}{2}$몰이 완전 연소하면 CO_2 66g이 생성된다.

④ C_3H_4 10g이 완전 연소하는 데 O_2 32g이 소모된다.

정답 2번

출제 포인트

완전 연소 반응식의 계수를 맞춘 뒤 계수비를 몰비로 사용하여 질량과 기체 부피를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응은 C_3H_4의 완전 연소 반응이다. $0^\circ C$, $1atm$에서 이상 기체 $1mol$의 부피는 $22.4L$이다. 원자량은 $H=1$, $C=12$, $O=16$이므로 몰 질량은 $C_3H_4=40g/mol$, $O_2=32g/mol$, $CO_2=44g/mol$이다.

사용할 공식

완전 연소 반응식은 $C_3H_4+4O_2\rightarrow 3CO_2+2H_2O$ 이므로 $a=1$, $b=4$, $c=3$, $d=2$이다. 반응식의 계수비는 각 물질의 몰비이므로 $C_3H_4:O_2:CO_2:H_2O=1:4:3:2$를 사용한다. 질량은 $m=nM$, 해당 조건의 기체 부피는 $V=n\times 22.4L$로 계산한다.

계산 과정

1. 탄소 원자 수를 맞추면 CO_2의 계수는 3이고, 수소 원자 수를 맞추면 H_2O의 계수는 2이다.
2. 생성물 쪽 산소 원자는 총 8개이므로 O_2의 계수는 4이다.
3. 따라서 몰비는 1 : 4 : 3 : 2이다. O_2 $1mol$은 H_2O $0.5mol$을 만들고, 그 부피는 $0.5\times 22.4=11.2L$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $a + b = 1 + 4 = 5$이고 $c + d = 3 + 2 = 5$이므로 두 값이 같다.
② X — O_2 $32g$은 $1mol$이고, 몰비 $O_2 : H_2O = 4 : 2$에 따라 생성되는 H_2O는 $0.5mol$이다. 따라서 부피는 $11.2L$이다. 틀린 표현인 'H_2O $22.4L$'는 'H_2O $11.2L$'로 고쳐야 한다.
③ O — C_3H_4 $\frac{1}{2}mol$이 연소하면 계수비에 따라 CO_2가 $\frac{3}{2}mol$ 생성된다. 질량은 $\frac{3}{2} \times 44 = 66g$이다.
④ O — C_3H_4의 몰 질량은 $40g/mol$이므로 $10g$은 $0.25mol$이다. 계수비에 따라 필요한 O_2는 $1mol$이고 질량은 $32g$이다.

오답 포인트

②는 O_2 $1mol$이 반응하면 H_2O도 $1mol$ 생성된다고 착각하게 만든다. 반응물과 생성물의 양은 같은 몰수가 아니라 반응식의 계수비 4 : 2로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 최소 정수비로 반응식을 맞추고, 질량을 몰수로 바꾼 뒤 계수비로 목표 물질의 몰수를 구한다. 마지막에 요구된 양에 맞추어 몰수를 질량 또는 기체 부피로 변환한다.

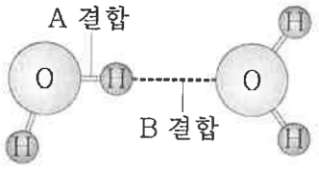
암기 포인트

반응식의 계수비는 몰비이다. C_3H_4의 완전 연소 몰비는 1 : 4 : 3 : 2이다.

NoteBase

3. <보기 1>은 물 분자의 결합 모형을 나타낸 것이다. B 결합과 관련된 사실을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. 물을 전기분해하면 수소와 산소가 발생한다.
ㄴ. 겨울철에 수도관이 얼어 터지는 경우가 있다.
ㄷ. 1atm에서 물은 분자량이 비슷한 메테인보다 끓는점이 높다.

① ㄴ　② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 물 분자 내부의 O-H 결합인 A와 물 분자 사이에서 수소 원자와 다른 분자의 산소 원자를 잇는 점선 B를 구별하는 문제이다. B는 물 분자 사이의 수소 결합이다.

선지별 해설

① X
ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 'ㄴ'만 고른 것은 틀리다. 올바르게는 ㄴ과 ㄷ을 함께 골라야 한다.

② X
ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳다. 물의 전기분해는 물 분자 내부의 O-H 공유 결합인 A가 끊어지는 변화이므로, 올바르게는 ㄱ을 제외하고 ㄴ과 ㄷ을 골라야 한다.

③ O
ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다. 물이 얼면 수소 결합으로 빈 공간이 많은 구조가 형성되어 부피가 커지므로 수도관이 터질 수 있다. 또한 물은 분자 사이에 수소 결합이 광범위하게 형성되어, 분자량이 비슷한 메테인보다 끓는점이 높다.

④ X
ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리다. 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이 아니라 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다. 물의 전기분해에서 직접 끊어지는 것은 분자 사이의 B가 아니라 분자 내부의 A 결합이다.

NoteBase

오답 포인트

ㄱ의 전기분해와 ㄴ·ㄷ의 분자 사이 힘을 같은 현상으로 보는 것이 함정이다. 물을 수소와 산소로 분해하려면 분자 내부의 O-H 공유 결합을 끊어야 하지만, 물의 결빙 팽창과 비정상적으로 높은 끓는점은 물 분자 사이의 수소 결합과 관련된다.

다시 나오면 이렇게 판단

실선으로 연결된 분자 내부 결합과 점선으로 표시된 분자 사이 결합을 먼저 구분한다. 물질 자체가 다른 물질로 분해되는 현상은 분자 내부 결합을, 끓는점·상태 변화·결빙 구조 같은 물리적 성질은 주로 분자 사이 힘을 기준으로 판단한다.

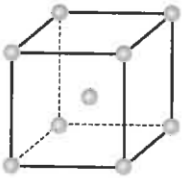
암기 포인트

물 분자 안의 O-H는 공유 결합, 물 분자 사이의 O···H는 수소 결합이다. 물의 결빙 팽창과 높은 끓는점은 수소 결합의 대표 결과이다.

NoteBase

4. <보기 1>은 어떤 금속 결정의 단위 세포에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. 결정 구조는 면심 입방 구조이다.
ㄴ. 단위 세포에 포함된 원자 수는 2이다.
ㄷ. 한 입자를 둘러싸고 있는 가장 가까운 입자 수는 8개이다.

① ㄱ　② ㄴ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정육면체의 8개 꼭짓점과 정육면체 중심에 입자가 놓인 도식에서 체심 입방 구조를 식별하고, 단위 세포당 원자 수와 배위수를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

ㄱ은 틀리다. 도식은 각 면의 중심이 아니라 정육면체의 중심에 원자가 있는 체심 입방 구조이다. 따라서 'ㄱ'이 아니라 'ㄴ, ㄷ'이 옳다.

② X

ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 'ㄴ만' 고른 것은 틀리다. 올바른 조합은 'ㄴ, ㄷ'이다. 꼭짓점 원자 8개는 각각 단위 세포에 1/8씩 기여하고 중심 원자 1개는 전부 포함되므로 원자 수는 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$이다.

③ O

ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다. 단위 세포에 포함된 원자 수는 2이고, 체심 원자를 기준으로 가장 가까운 원자는 8개의 꼭짓점 원자이므로 배위수는 8이다.

④ X

ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리므로 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두'라는 조합은 틀리다. 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'만 옳다.

오답 포인트

정육면체 중심의 원자를 면의 중심에 있는 원자로 잘못 보면 면심 입방 구조로 오인하기 쉽다. 또한 ㄴ만 확인하고 배위수 8인 ㄷ을 놓치면 ②를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 원자가 놓인 위치를 확인한다. 정육면체 중심에 원자가 있으면 체심 입방 구조이고, 단위 세포당 원자 수는 '꼭짓점 기여분+중심 원자', 배위수는 한 원자와 가장 가까운 원자의 수로 판단한다.

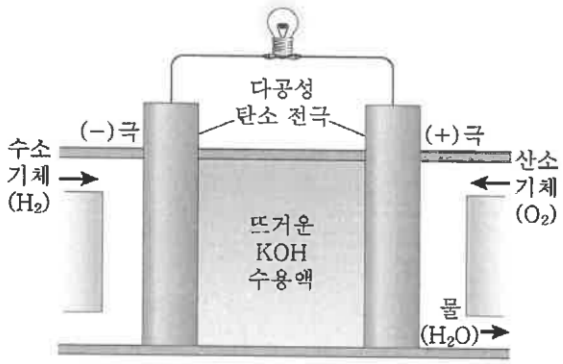
암기 포인트

체심 입방 구조는 '꼭짓점 8개+체심 1개', 단위 세포당 원자 수 2, 배위수 8이다.

NoteBase

5. <보기 1>은 수소 연료 전지의 구조이다. 수소 연료 전지의 구조와 활용에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. (−)극에서는 $2H_2(g)+4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(l)+4e^-$의 환원 반응이 일어난다.

ㄴ. 수소를 얻는 방법으로 물의 전기 분해나 화석 연료의 리포밍, 물의 광분해 반응 등이 있다.

ㄷ. 반응 과정에서 나오는 열을 이용하면 최대 80% 가까이 효율을 높일 수 있는 친환경 차세대 에너지원으로 활용이 가능하다.

① ㄴ ② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

수소 연료 전지의 도식에서 수소가 공급되는 (-)극의 반응 종류를 판별하고, 수소의 제조 방법과 연료 전지의 열 활용 특성을 판단하는 문제이다. 연료 전지는 수소와 산소의 산화·환원 반응에서 나오는 화학 에너지를 전기 에너지로 직접 바꾸는 장치이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 'ㄴ'만 고른 것은 틀리다. 올바르게는 ㄴ, ㄷ을 고른다.

② X

ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳다. (-)극에서는 수소가 전자를 내놓으므로

$2H_2(g) + 4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$는 환원 반응이 아니라 산화 반응이다. 올바르게는 ㄴ, ㄷ을 고른다.

③ O

ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다. 수소는 물의 전기 분해, 화석 연료의 리포밍, 물의 광분해 반응 등으로 얻을 수 있다. 또한 연료 전지에서 발생하는 열까지 함께 이용하면 종합 효율을 최대 80% 가까이 높일 수 있어 친환경적인 차세대 에너지원으로 활용할 수 있다.

④ X

ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리다. ㄱ의 '환원 반응'은 '산화 반응'으로 고쳐야 하므로 올바르게는 ㄴ, ㄷ을 고른다.

오답 포인트

ㄱ의 반응식 자체는 맞지만 반응 종류를 '환원'이라고 한 부분이 함정이다. 전자가 생성물 쪽에 있으면 전자를 잃는 산화 반응이다. 또 ㄷ의 80%는 전기 효율만이 아니라 반응에서 발생한 열까지 이용한 종합 효율에 관한 설명이다.

다시 나오면 이렇게 판단

반쪽 반응식에서 전자가 생성물 쪽이면 산화, 반응물 쪽이면 환원으로 판단한다. 그다음 각 문장의 진위를 따로 판별한 뒤 옳은 문장의 조합과 선지를 대조한다.

암기 포인트

연료 전지의 수소극에서는 수소가 전자를 내놓아 산화되고, 산소극에서는 산소가 전자를 받아 환원된다.

NoteBase

6. 분자의 결합각과 분자 구조를 옳게 짝지은 것은?

① BCl_3 – 120°, 삼각쌍뿔 구조

② NH_3 – 107°, 삼각뿔 구조

③ OF_2 – 104.5°, 직선형 구조

④ CH_2Cl_2 – 90°, 팔면체 구조

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 중심 원자 주위의 전자 영역 수와 비공유 전자쌍 수를 바탕으로 결합각과 분자 구조를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

VSEPR 이론에서는 중심 원자 주위의 전자쌍들이 서로의 반발을 최소화하도록 배치된다. 결합 전자쌍 3개이고 비공유 전자쌍이 없으면 삼각평면형, 결합 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개이면 삼각뿔형, 결합 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 2개이면 굽은형, 결합 전자쌍 4개이고 비공유 전자쌍이 없으면 정사면체형이 된다. 비공유 전자쌍은 결합 전자쌍보다 반발이 커서 결합각을 이상적인 값보다 작게 만든다.

선지별 해설

① X — BCl_3에서 중심 원자 B 주위에는 결합 전자쌍 3개만 있으므로 결합각은 120°이지만 분자 구조는 삼각평면형이다. 틀린 표현인 '삼각쌍뿔 구조'는 '삼각평면 구조'로 고쳐야 한다.

② O — NH_3에서 중심 원자 N 주위에는 결합 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개가 있다. 따라서 분자 구조는 삼각뿔형이고, 비공유 전자쌍의 큰 반발 때문에 결합각은 정사면체의 이상각보다 작은 약 107°가 된다.

③ X — OF_2에서 중심 원자 O 주위에는 결합 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 2개가 있으므로 직선형이 아니라 굽은형이다. 또한 결합각은 104.5°가 아니라 약 103°이다. 따라서 '104.5°, 직선형 구조'는 '약 103°, 굽은형 구조'로 고쳐야 한다.

④ X — CH_2Cl_2에서 중심 원자 C 주위에는 결합 전자쌍 4개가 있으므로 분자 구조는 정사면체형이다. 90°의 팔면체형이 아니며, 결합각은 정사면체의 이상각인 약 109.5°를 기준으로 한다. 따라서 '90°, 팔면체 구조'는 '약 109.5°, 정사면체 구조'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

①의 120°만 보고 맞다고 판단하기 쉽지만 '삼각쌍뿔'이라는 구조명이 틀렸다. ③의 104.5°는 물의 결합각과 혼동하기 쉬우며, OF_2는 굽은형이고 결합각도 약 103°이다. ④의 90°와 팔면체형은 중심 원자 주위 전자 영역이 6개일 때의 특징이므로 전자 영역이 4개인 CH_2Cl_2에 적용할 수 없다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중심 원자 주위의 결합 전자쌍과 비공유 전자쌍을 센다. 그 합으로 전자쌍 배치를 정한 뒤 비공유 전자쌍을 제외한 원자들의 배치로 분자 구조를 판단하고, 비공유 전자쌍이 있으면 결합각이 더 작아지는지도 확인한다.

암기 포인트

전자 영역 3개는 삼각평면, 4개는 정사면체가 기본이다. 4개 중 비공유 전자쌍이 1개이면 삼각뿔, 2개이면 굽은형이다.

NoteBase

7. <보기>의 실험 과정을 거쳐 만들어진 황산(H_2SO_4) 표준 용액의 몰 농도의 값[M]은? (단, H_2SO_4의 분자량은 98이다.)

<보기>

(가) 밀도가 1.4g/mL인 50% 황산을 준비한다.
(나) 1,000mL 부피 플라스크에 증류수를 반쯤 넣는다.
(다) 50% 황산 7mL를 피펫으로 취하여 (나)의 부피 플라스크에 넣고 잘 섞는다.
(라) 증류수를 (다)의 부피 플라스크에 1,000mL 눈금까지 채운 후 잘 섞는다.

① 0.05 ② 0.1
③ 0.5 ④ 1

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 용액의 밀도와 질량 백분율로 황산의 질량과 몰수를 구한 뒤, 표준 용액의 최종 부피로 나누어 몰 농도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 50% 황산의 밀도는 $1.4g/mL$, 취한 부피는 $7mL$, H_2SO_4의 분자량은 98이다.
구해야 할 값: $1{,}000mL = 1L$로 묽힌 표준 용액의 몰 농도이다.
주의할 조건: 50%는 질량 백분율이므로 먼저 취한 황산 용액의 질량을 구하고, 그중 50%만 순수한 H_2SO_4의 질량으로 계산한다.

사용할 공식

용액의 질량=밀도×부피
용질의 질량=용액의 질량×질량분율
$n = \frac{m}{M_r}$, $C = \frac{n}{V}$
밀도와 부피로 취한 용액의 질량을 구할 수 있고, 질량 백분율로 그 안의 황산 질량을 구할 수 있으므로 이 공식들을 사용한다. 최종 몰 농도는 황산의 몰수를 최종 용액 부피로 나누어 구한다.

계산 과정

1. 취한 50% 황산 용액의 질량은 $1.4g/mL \times 7mL = 9.8g$이다.
2. 순수한 H_2SO_4의 질량은 $9.8g \times 0.50 = 4.9g$이다.
3. H_2SO_4의 몰수는 $4.9g \div 98g/mol = 0.05mol$이다.
4. 최종 부피는 $1{,}000mL = 1L$이므로 몰 농도는 $C = \frac{0.05mol}{1L} = 0.05mol/L = 0.05M$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 0.05M이므로 옳다.
② X — 0.1M은 계산 결과의 2배이다. ②의 0.1M는 0.05M로 고쳐야 한다.
③ X — 0.5M은 계산 결과의 10배이다. ③의 0.5M는 0.05M로 고쳐야 한다.
④ X — 1M은 계산 결과의 20배이다. ④의 1M은 0.05M로 고쳐야 한다.
따라서 계산 결과가 0.05M이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

50%를 부피의 50%로 처리하거나, 7mL의 용액 전체 질량 9.8g을 황산의 질량으로 보는 것이 함정이다. 또한 농도를 구할 때 취한 부피 7mL가 아니라 표선까지 채운 최종 부피 1L를 분모에 넣어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량 백분율 용액을 희석하는 문제는 밀도×취한 부피로 용액 질량을 구하고, 질량분율을 곱해 용질 질량을 구한 다음, 분자량으로 나누어 몰수를 구하고, 마지막에 최종 용액 부피로 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

밀도×부피→용액 질량, 용액 질량×질량분율→용질 질량, 용질 몰수÷최종 부피→몰 농도이다.

NoteBase

8. <보기 1>은 무색의 N_2O_4와 적갈색을 띠는 NO_2의 화학 반응식과 평형상수(K)를 나타낸 것이다. 이 반응이 화학 평형 상태에 도달했을 때에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>

$N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$, K
무색 적갈색

<보기 2>

ㄱ. 정반응 속도와 역반응 속도가 같다.
ㄴ. N_2O_4와 NO_2는 온도와 관계없이 항상 1 : 2의 농도비로 존재한다.
ㄷ. 일정한 온도에서 반응물이나 생성물의 초기 농도와 관계없이 K는 항상 일정하다.

① ㄱ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

화학 평형에서 정반응 속도와 역반응 속도의 관계, 평형 농도와 화학 반응식의 계수비의 구별, 평형상수의 온도 의존성을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

화학 평형은 정반응과 역반응이 계속 일어나면서 두 반응의 속도가 같아져 각 물질의 농도가 일정하게 유지되는 동적 평형 상태이다.
농도비: 평형 농도는 반응식의 계수비와 반드시 같지 않으며, 초기 농도와 평형까지의 반응 진행 정도에 따라 달라진다.
평형상수: 이 반응의 농도 평형상수는 $K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$이고, 일정한 온도에서는 초기 농도와 관계없이 일정하다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 ㄱ만 고른 것은 틀리다. 올바르게는 ㄱ과 ㄷ을 모두 고른다.
② O — ㄱ과 ㄷ이 옳고 ㄴ이 틀리므로 옳은 내용을 모두 고른 조합이다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀리므로 잘못된 조합이다. ㄴ의 '온도와 관계없이 항상 1:2의 농도비'가 틀렸으며, 올바르게는 평형 농도비가 반응식의 계수비로 고정되지 않고 평형 조성은 온도와 초기 조건 등의 영향을 받는다.
④ X — ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀리므로 세 진술을 모두 고를 수 없다. 올바르게는 ㄴ을 제외한 ㄱ과 ㄷ만 고른다.

NoteBase

오답 포인트

반응식 $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$의 계수비 1:2를 평형 상태의 실제 농도비로 오해하기 쉽다. 계수비는 반응 진행에 따른 농도 변화량의 비를 나타낼 뿐, 평형 농도 자체의 비를 뜻하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 상태에서는 먼저 '정반응 속도 = 역반응 속도'를 확인한다. 이어 반응식의 계수비와 평형 농도비를 구별하고, 평형상수는 온도가 같으면 초기 농도와 무관하게 일정하다고 판단한다.

암기 포인트

평형은 속도가 같고 농도는 일정하지만, 농도가 서로 같거나 계수비와 같다는 뜻은 아니다. K는 온도가 결정한다.

NoteBase

9. <보기 1>은 산화, 환원 반응의 화학 반응식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, a~f는 반응 계수이다.)

<보기 1>

$$a\mathrm{Co}^{2+}(aq) + b\mathrm{MnO}_4^-(aq) + c\mathrm{H}^+(aq) \rightarrow d\mathrm{Co}^{4+}(aq) + e\mathrm{Mn}^{2+}(aq) + f\mathrm{H}_2\mathrm{O}$$

<보기 2>

ㄱ. Co^{2+}는 환원제이다.
ㄴ. $a+b+c-f=15$이다.
ㄷ. Mn의 산화수는 -1에서 $+2$로 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

산성 수용액에서 산화수 변화와 전자 수 보존을 이용해 산화·환원 반응식의 계수를 맞추고, 옳은 설명의 조합을 찾는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응은 산성 조건에서 Co^{2+}가 Co^{4+}로 산화되고, MnO_4^-의 Mn이 +7에서 +2로 환원되는 반응이다.
구해야 할 값은 최소 정수비의 반응 계수 a ~ f와 ㄱ~ㄷ의 진위이다.
주의할 조건은 전자 수뿐 아니라 O, H 및 전체 전하까지 보존해야 한다는 점이다.

사용할 공식

산화 반쪽 반응은
$Co^{2+} \rightarrow Co^{4+} + 2e^-$
이고, 환원 반쪽 반응은
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$
이다. 두 반쪽 반응에서 주고받는 전자 수가 같아야 하므로 최소공배수 10에 맞춘다.

NoteBase

계산 과정

1. Co의 산화 반응을 5배하고 Mn의 환원 반응을 2배하여 전자 10개를 소거한다.
2. 두 반쪽 반응을 합치면
$5Co^{2+} + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 5Co^{4+} + 2Mn^{2+} + 8H_2O$
가 된다.
3. 따라서 $a = 5, b = 2, c = 16, d = 5, e = 2, f = 8$이다.
4. $a + b + c - f = 5 + 2 + 16 - 8 = 15$이다.

선지 판단

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 'ㄱ만' 고른 조합은 불완전하다. 올바르게는 ㄱ과 ㄴ을 함께 고른다.
② X — ㄷ의 'Mn의 산화수는 −1에서 +2로 증가한다'가 틀렸다. MnO_4^-에서 O의 산화수 합은 −8이고 이온 전체 전하가 −1이므로 Mn의 산화수는 +7이며, 반응 후 Mn^{2+}에서 +2로 감소한다. 올바르게는 'Mn의 산화수는 +7에서 +2로 감소한다'이다.
③ O — ㄱ은 Co^{2+}가 전자를 잃고 산화되므로 환원제라는 설명이고, ㄴ은 계산 결과가 15이므로 둘 다 옳다.
④ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ은 틀렸으므로 이 조합은 성립하지 않는다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
따라서 옳은 설명을 모두 고른 것은 ③이다.

오답 포인트

ㄷ에서 MnO_4^- 전체의 전하 −1을 Mn의 산화수로 착각하기 쉽다. −1은 이온의 총전하이고 Mn의 산화수는 +7이다. 또한 '모두 고른 것'에서는 참인 진술 하나만 포함한 ①이 아니라 참인 ㄱ과 ㄴ을 빠짐없이 포함한 ③을 골라야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

산화수 변화로 산화제와 환원제를 먼저 판별한 뒤, 반쪽 반응의 전자 수를 맞추고 산성 조건에서는 O를 H_2O, H를 H^+로 보정한다. 마지막에는 원자 수와 전체 전하를 검산하고 각 진술의 참·거짓 조합을 확인한다.

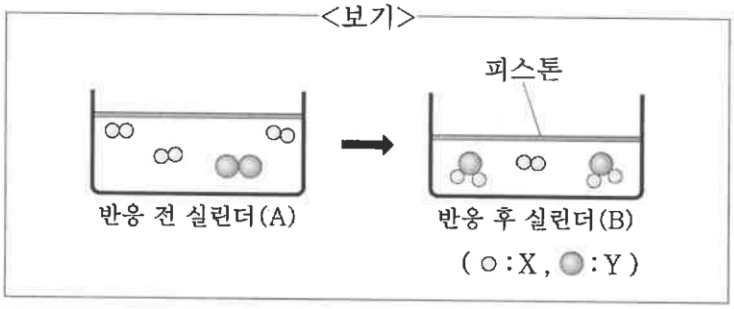
암기 포인트

산화되는 물질은 전자를 내놓아 상대를 환원시키므로 환원제이고, MnO_4^-의 Mn은 +7이다.

NoteBase

10. <보기>는 실린더에서 이상 기체 X_2와 Y_2가 반응하여 이상 기체 X_2Y가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다. 실린더 속 기체의 밀도를 d라고 할 때, $d_A : d_B$로 가장 옳은 것은? (단, X, Y는 임의의 원소 기호이며, 반응 전후의 온도와 압력은 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

<보기>



① 3 : 4
② 4 : 3
③ 9 : 16
④ 16 : 9

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 입자 모형에서 반응 전후의 기체 입자 수를 세고, 온도와 압력이 일정할 때 부피는 기체 몰수에 비례한다는 원리를 이용하여 밀도비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반응 전에는 X_2 3개와 Y_2 1개로 총 4개의 기체 입자가 있다. 반응 후에는 X_2Y 2개와 남은 X_2 1개로 총 3개의 기체 입자가 있다.
구해야 할 값: 반응 전 밀도 d_A와 반응 후 밀도 d_B의 비이다.
주의할 조건: 밀폐된 실린더이므로 전체 질량은 일정하고, 온도와 압력도 반응 전후에 일정하다.

사용할 공식

반응식은 $2X_2 + Y_2 \rightarrow 2X_2Y$이다. 온도와 압력이 일정한 기체에서는 $V \propto n$이고, 밀도는 $d = \frac{m}{V}$이다. 따라서 질량 m이 일정하면 밀도는 부피에 반비례한다.

계산 과정

1. 반응 전후의 기체 입자 수가 각각 4개와 3개이므로 $V_A : V_B = 4 : 3$이다.
2. 반응 전후 전체 질량은 같으므로 $d_A : d_B = \frac{m}{V_A} : \frac{m}{V_B} = V_B : V_A$이다.
3. 따라서 $d_A : d_B = 3 : 4$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산한 밀도비 $d_A : d_B = 3 : 4$와 일치한다.
② X — 4:3은 부피비 $V_A : V_B$를 그대로 밀도비로 쓴 값이다. 밀도는 부피에 반비례하므로 올바르게는 $d_A : d_B = 3 : 4$이다.
③ X — 9:16은 밀도비를 제곱한 값으로, 밀도 계산에서 부피비를 제곱할 근거가 없다. 올바르게는 $d_A : d_B = 3 : 4$이다.
④ X — 16:9는 부피비 4:3을 제곱한 값으로, 밀도는 부피의 제곱이 아니라 부피 자체에 반비례한다. 올바르게는 $d_A : d_B = 3 : 4$이다.

오답 포인트

입자 수의 비 4:3은 곧 부피비 $V_A : V_B$이다. 이를 밀도비로 그대로 쓰면 ②를 고르게 된다. 밀도는 $d = m/V$이므로 질량이 일정할 때 부피비를 반드시 뒤집어야 한다. ③과 ④처럼 비를 제곱하는 것은 이 문제의 어떤 공식에도 해당하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식을 맞춘 뒤 반응 전후의 전체 기체 입자 수를 센다. 일정한 온도·압력에서 그 비를 부피비로 바꾸고, 밀폐계에서 질량이 일정하므로 부피비를 뒤집어 밀도비를 정한다.

암기 포인트

일정한 온도·압력에서는 $V \propto n$, 일정한 질량에서는 $d \propto 1/V$이다. 즉 입자 수비는 부피비이고, 밀도비는 그 역비이다.

NoteBase

11. <보기>는 가상의 원소 X의 2가지 동위 원소에 대한 자료이다. (가)의 존재 비율 x[%]는? (단, $x+y=100$이다.)

<보기>

동위 원소	원자량	존재 비율 [%]	X의 평균 원자량
(가)	10	x	10.2
(나)	11	y	

① 20 ② 30
③ 70 ④ 80

정답 4번

출제 포인트

두 동위원소의 존재 비율을 가중치로 한 평균 원자량 식을 세워 x를 구하는 문제이다.

조건 정리

(가)의 원자량은 10이고 존재 비율은 x%이다.
(나)의 원자량은 11이고 존재 비율은 y%이다.
두 존재 비율의 합은 $x + y = 100$이고, X의 평균 원자량은 10.2이다.

사용할 공식

평균 원자량은 각 동위원소의 원자량에 존재 비율을 곱한 값의 합이므로 다음 식을 사용한다.
$10 \times \frac{x}{100} + 11 \times \frac{y}{100} = 10.2$
두 동위원소가 전체 원소를 이루므로 존재 비율의 합은 100%이다.

계산 과정

$y = 100 - x$를 평균 원자량 식에 대입한다.
$10 \times \frac{x}{100} + 11 \times \frac{100-x}{100} = 10.2$
양변에 100을 곱해 정리한다.
$10x + 1100 - 11x = 1020$
따라서 $x = 80$이므로 (가)의 존재 비율은 80%이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $x = 20\%$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $x = 80\%$이다.
② X — $x = 30\%$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $x = 80\%$이다.
③ X — $x = 70\%$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $x = 80\%$이다.
④ O — 평균 원자량 식에서 구한 (가)의 존재 비율이 $x = 80\%$이므로 옳다.
계산 결과 $x = 80$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

평균 원자량 10.2가 원자량 10에 더 가까우므로 원자량 10인 (가)의 비율이 더 커야 한다. 20%를 고르면 원자량 11인 (나)의 비율을 80%로 뒤바꾼 것이다. 또한 존재 비율을 백분율로 쓸 때 분모 100을 빠뜨리면 식을 잘못 세우게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

동위원소 문제에서는 먼저 존재 비율의 합을 100으로 두고, 각 원자량에 해당 존재 비율을 곱해 가중평균식을 세운다. 마지막에는 평균 원자량이 어느 동위원소의 원자량에 더 가까운지 확인하여 비율의 대소를 검산한다.

암기 포인트

평균 원자량은 동위원소 원자량의 단순평균이 아니라 존재 비율을 반영한 가중평균이다.

NoteBase

12. <보기>는 2~3주기 임의의 원소 A~E의 특징에 대하여 설명한 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>

- A는 전자 껍질이 2개, 원자가 전자 수가 2개이다.
- B는 전자가 모두 9개이다.
- D는 원자가 전자 수가 6개이며, (홀전자 수) < (전자 껍질 수)이다.
- C와 E는 같은 주기이며, 각각 할로젠 원소와 알칼리 금속이다.
- 홀전자 수는 C < D이며, 원자 번호는 C > D이다.

① 2주기 원소는 2개이다.
② B와 D는 공유결합을 한다.
③ 원자 번호가 홀수인 원소는 3개이다.
④ 원자 번호는 A+B+C < D+E이다.

정답 4번

출제 포인트

전자 껍질 수, 원자가 전자 수, 홀전자 수를 이용해 2~3주기 원소를 찾고 원자 번호와 결합 성질을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

주기는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수로 판단한다. 주족 원소에서는 원자가 전자 수가 족을 찾는 핵심 단서가 된다.
A는 전자 껍질 2개와 원자가 전자 2개를 가지므로 Be이고, B는 전자가 9개인 중성 원자이므로 F이다.
D는 원자가 전자가 6개인 16족 원소이다. 2주기 O와 3주기 S는 모두 홀전자가 2개이지만, D는 홀전자 수가 전자 껍질 수보다 작아야 하므로 껍질이 3개인 S이다.
C는 할로젠 원소이고 원자 번호가 D(S)보다 크므로 같은 범위에서 Cl이다. C와 같은 3주기의 알칼리 금속 E는 Na이다. 따라서 A=Be, B=F, C=Cl, D=S, E=Na이다.

선지별 해설

① O — 2주기 원소는 A(Be)와 B(F)로 모두 2개이다.
② O — B(F)와 D(S)는 모두 비금속이며, 두 원소는 황 플루오린화물과 같은 공유결합 화합물을 형성한다.
③ O — 원자 번호는 A=4, B=9, C=17, D=16, E=11이다. 이 중 홀수인 것은 B, C, E의 3개이다.
④ X — 틀린 부분은 "A+B+C<D+E"이다. 실제로는 4 + 9 + 17 = 30, 16 + 11 = 27이므로 $A + B + C > D + E$이다.

NoteBase

오답 포인트

D의 원자가 전자 수 6을 전체 전자 수 6으로 잘못 읽으면 D를 C로 오인하게 된다. 또한 O와 S는 홀전자 수가 모두 2개이므로, 홀전자 수와 전자 껍질 수의 부등식을 함께 적용해야 D가 S로 확정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자 껍질 수로 주기를, 원자가 전자 수로 족을 먼저 좁힌 뒤 홀전자 수와 원자 번호의 대소 관계로 원소를 확정한다. 마지막에는 확정한 원소의 원자 번호를 각 선지에 직접 대입한다.

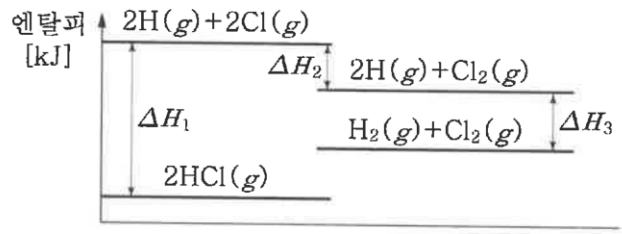
암기 포인트

껍질 수는 주기, 원자가 전자 수는 주족의 족, p 오비탈에 전자가 4개이면 홀전자는 2개이다.

NoteBase

13. <보기 1>은 25 ℃, 1atm에서 $HCl(g)$이 분해되어 $H_2(g)$와 $Cl_2(g)$를 생성하는 반응의 엔탈피 관계를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. H-Cl의 결합 에너지는 $\frac{1}{2}\Delta H_1$ kJ/mol이다.

ㄴ. $HCl(g)$의 생성 엔탈피(ΔH)는 $\{(\Delta H_2 + \Delta H_3) - \Delta H_1\}$kJ/mol이다.

ㄷ. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$의 반응이 일어날 때 주위의 온도는 감소한다.

① ㄱ ② ㄱ, ㄴ

③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

엔탈피 관계도에서 결합 에너지와 반응 엔탈피를 구하고, 반응식의 계수에 맞추어 몰당 생성 엔탈피로 환산하는 문제이다.

조건 정리

ΔH_1은 $2HCl(g)$의 H-Cl 결합 2개를 끊어 $2H(g) + 2Cl(g)$로 만드는 데 필요한 에너지이다.

$\Delta H_2 + \Delta H_3$은 $H_2(g) + Cl_2(g)$에서 원자 상태로 가는 데 필요한 에너지이다.

관계도에서 $2HCl(g)$의 엔탈피가 반응물보다 낮으므로 정반응은 발열반응이다.

NoteBase

사용할 공식

결합 에너지는 기체 분자 1몰의 해당 결합을 끊는 데 필요한 에너지이므로 H-Cl의 결합 에너지는 $\frac{1}{2}\Delta H_1$이다.
헤스 법칙에 따라 반응 엔탈피는 끊는 결합의 에너지 합에서 생성되는 결합의 에너지 합을 뺀 값이다.
$\Delta H_{rxn} = (\Delta H_2 + \Delta H_3) - \Delta H_1$
이 값은 $2HCl(g)$가 생성될 때의 값이므로 HCl 1몰의 생성 엔탈피는 다음과 같다.
$\Delta H_f(HCl) = \frac{(\Delta H_2 + \Delta H_3) - \Delta H_1}{2}$

계산 과정

1. $2HCl(g)$의 H-Cl 결합 2개를 끊는 에너지가 ΔH_1이므로 결합 1몰당 에너지는 $\frac{1}{2}\Delta H_1$이다.
2. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$의 반응 엔탈피는 $(\Delta H_2 + \Delta H_3) - \Delta H_1$이다.
3. 생성물의 계수가 2이므로 HCl 1몰의 생성 엔탈피는 위 반응 엔탈피의 절반이다.
4. 생성물의 엔탈피가 반응물보다 낮아 정반응은 발열반응이며, 방출된 열 때문에 주위의 온도는 증가한다.

선지 판단

① O — ㄱ만 옳다. ΔH_1은 H-Cl 결합 2몰을 끊는 에너지이므로 H-Cl의 결합 에너지는 $\frac{1}{2}\Delta H_1$이다.
② X — ㄴ이 틀렸다. '$(\Delta H_2 + \Delta H_3) - \Delta H_1$ kJ/mol'이 아니라 HCl 1몰을 기준으로 나누어 $\frac{(\Delta H_2 + \Delta H_3) - \Delta H_1}{2}$ kJ/mol이다.
③ X — ㄴ과 ㄷ이 모두 틀렸다. ㄴ은 2몰 반응값을 1몰 생성 엔탈피로 환산하지 않았고, ㄷ의 '주위의 온도는 감소한다'는 반대이다. 올바르게는 이 반응이 발열반응이므로 주위의 온도는 증가한다.
④ X — ㄴ과 ㄷ이 틀렸으므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳지 않다. 올바른 조합은 ㄱ만 포함한 ①이다.

오답 포인트

ㄴ은 관계식의 부호보다 반응식의 계수를 놓치게 만드는 선지이다. 관계도에서 구한 $(\Delta H_2 + \Delta H_3) - \Delta H_1$은 HCl 1몰이 아니라 2몰 생성에 대한 값이다. ㄷ에서는 '계의 엔탈피 감소'와 '주위의 온도 감소'를 혼동하면 안 된다. 발열반응에서는 계가 열을 방출하므로 주위의 온도는 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 세로 간격이 어떤 결합을 몇 몰 끊거나 만드는 에너지인지 확인한다. 그다음 헤스 법칙으로 반응 엔탈피를 구하고, 생성 엔탈피를 물으면 생성물의 계수로 나누어 1몰 기준으로 환산한다. 마지막으로 생성물 준위가 더 낮으면 발열반응이며 주위 온도는 증가한다고 판단한다.

암기 포인트

결합 에너지 합으로 구한 값은 반응식 전체의 엔탈피이다. 몰당 생성 엔탈피는 생성물의 계수로 나누며,
발열반응은 계의 엔탈피가 낮아지고 주위 온도는 올라간다.

NoteBase

14. 물에 녹였을 때 수용액의 pH가 가장 낮은 염은?

① KCl ② NH_4Cl

③ CH_3COONa ④ Na_2SO_4

정답 2번

출제 포인트

염을 이루는 양이온과 음이온의 가수분해를 판단하여 수용액의 산성·중성·염기성을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

강산과 강염기의 염은 거의 가수분해하지 않아 중성이고, 강산과 약염기의 염은 양이온이 가수분해하여 산성이며, 약산과 강염기의 염은 음이온이 가수분해하여 염기성이다. 따라서 산성 수용액을 만드는 염의 pH가 가장 낮다.

선지별 해설

① X — KCl은 강산 HCl과 강염기 KOH의 염이므로 수용액이 거의 중성이다. ‘pH가 가장 낮은 염’이 아니라 ‘거의 중성인 염’이 맞다.

② O — NH_4Cl의 NH_4^+은 약염기 NH_3의 짝산으로서 물과 반응해 H_3O^+을 생성한다. 따라서 수용액이 산성이 되어 네 염 중 pH가 가장 낮다.

③ X — CH_3COONa의 CH_3COO^-은 약산 CH_3COOH의 짝염기로서 물과 반응해 OH^-을 생성한다. ‘산성염’이 아니라 ‘염기성 수용액을 만드는 염’이 맞다.

④ X — Na_2SO_4의 SO_4^{2-}은 매우 약하지만 염기성 가수분해를 할 수 있어 수용액은 중성에 가깝거나 약한 염기성을 띤다. ‘pH가 가장 낮은 염’이 아니라 ‘산성인 NH_4Cl보다 pH가 높은 염’이 맞다.

오답 포인트

염의 이름에 산이나 염기가 직접 드러나지 않는다는 점이 함정이다. 특히 ②에서는 Cl^-이 아니라 약염기 NH_3의 짝산인 NH_4^+의 가수분해가 수용액을 산성으로 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

염을 양이온과 음이온으로 나눈 뒤 각 이온의 원래 산·염기가 강한지 약한지 확인한다. 약염기의 짝산이 있으면 산성, 약산의 짝염기가 있으면 염기성으로 판단하고, 산성인 염을 가장 낮은 pH의 후보로 선택한다.

암기 포인트

강산+약염기의 염은 산성, 약산+강염기의 염은 염기성이다. NH_4^+은 산성, CH_3COO^-은 염기성이다.

NoteBase

15. <보기 1>은 화학 반응 속도에 관한 설명이다. (가)~(다)에 들어갈 단어로 옳은 것을 <보기 2>에서 찾아 순서대로 나열한 것은?

<보기 1>

(가) 은 반응 속도가 반응물의 농도에 비례하는 반응이다. (나) 은 반응 속도가 반응물의 농도와 무관한 반응이다. 반감기는 반응물의 농도가 처음 농도의 반으로 되는 데 걸리는 시간으로, 1차 반응에서 반감기는 (다) 하(한)다.

<보기 2>

ㄱ. 0차 반응　　ㄴ. 1차 반응
ㄷ. 일정　　ㄹ. 감소

	(가)	(나)	(다)
①	ㄱ	ㄴ	ㄷ
②	ㄱ	ㄴ	ㄹ
③	ㄴ	ㄱ	ㄷ
④	ㄴ	ㄱ	ㄹ

정답 3번

출제 포인트

반응 속도와 반응물 농도의 관계로 0차 반응과 1차 반응을 구별하고, 1차 반응의 반감기 특성을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

0차 반응은 반응 속도가 반응물의 농도와 무관한 반응이다. 따라서 (나)는 0차 반응인 ㄱ이다.
1차 반응은 반응 속도가 반응물의 농도에 비례하는 반응이다. 따라서 (가)는 1차 반응인 ㄴ이다.
1차 반응의 반감기는 처음 농도와 관계없이 일정하므로 (다)는 '일정'인 ㄷ이다.

NoteBase

선지별 해설

① X - (가)를 0차 반응인 ㄱ, (나)를 1차 반응인 ㄴ으로 연결한 부분이 틀렸다. 올바르게는 (가)-ㄴ, (나)-ㄱ, (다)-ㄷ이다.
② X - (가)와 (나)의 차수를 서로 바꾸었고, 1차 반응의 반감기가 감소한다고 한 연결도 틀렸다. 올바르게는 (가)-ㄴ, (나)-ㄱ, (다)-ㄷ이다.
③ O - 농도에 비례하는 (가)는 1차 반응 ㄴ, 농도와 무관한 (나)는 0차 반응 ㄱ, 1차 반응에서 일정한 반감기인 (다)는 ㄷ이므로 모두 옳게 연결되었다.
④ X - (가)-ㄴ과 (나)-ㄱ은 맞지만, (다)를 감소인 ㄹ로 연결한 부분이 틀렸다. 올바르게는 1차 반응의 반감기는 일정하므로 (다)-ㄷ이다.

오답 포인트

'속도가 농도에 비례한다'는 표현을 0차 반응으로 착각하거나, 반응이 진행되면서 농도가 감소한다는 사실 때문에 반감기도 감소한다고 오해하기 쉽다. 1차 반응에서는 농도가 줄어도 각 반감기가 동일하다.

다시 나오면 이렇게 판단

속도가 농도에 비례하면 1차, 농도와 무관하면 0차로 판단한다. 이어서 1차 반응의 반감기는 처음 농도와 무관하게 일정하다는 성질을 적용한다.

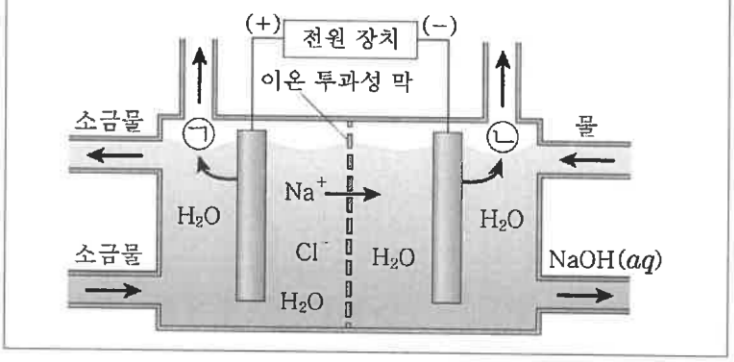
암기 포인트

농도 비례는 1차, 농도 무관은 0차, 1차 반감기는 일정이다.

NoteBase

16. <보기 1>은 염화 나트륨 수용액의 전기 분해 모형이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. (−)극 주변의 pH 값은 커진다.
ㄴ. ㉠은 Cl_2 기체가 ㉡은 O_2 기체가 발생한다.
ㄷ. 단위 시간당 발생한 기체의 양은 ㉠이 ㉡보다 많다.

① ㄱ　② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ　④ ㄱ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 염화 나트륨 수용액의 전기 분해 도식에서 전극의 부호와 이온 이동 방향을 바탕으로 각 전극의 생성물과 생성량을 판단하는 문제이다. 양극(+)에서는 염화 이온이 산화되어 Cl_2가 발생하고, 음극(-)에서는 물이 환원되어 H_2와 OH^-가 생성된다.

NoteBase

선지별 해설

① O — ㄱ만 옳다. (-)극에서는 $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ 반응이 일어나므로 주변의 OH^- 농도가 증가하고 pH가 커진다.

② X — ㄷ은 옳지 않다. (+)극에서는 $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$, (-)극에서는 $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ 반응이 일어난다. 같은 전하량이 흐를 때 Cl_2와 H_2는 각각 전자 2몰당 1몰씩 생성되므로 발생량은 같다. 틀린 표현 'ㄱ이 ㄴ보다 많다'는 'ㄱ과 ㄴ의 양은 같다'로 고쳐야 한다.

③ X — ㄱ은 옳지만 ㄴ은 옳지 않다. ㄱ에서는 Cl_2가 발생하지만, ㄴ은 음극이므로 O_2가 아니라 H_2가 발생한다. 틀린 표현 'ㄴ은 O_2 기체가 발생한다'는 'ㄴ은 H_2 기체가 발생한다'로 고쳐야 한다.

④ X — ㄱ은 옳지만 ㄷ은 옳지 않다. 두 전극에서 발생하는 Cl_2와 H_2의 몰비는 1:1이므로 단위 시간당 발생한 기체의 양도 같다. 틀린 표현 'ㄱ이 ㄴ보다 많다'는 'ㄱ과 ㄴ의 양은 같다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

음극에서 물이 환원된다는 사실을 놓치면 ㄴ에서 O_2가 발생한다고 잘못 판단하기 쉽다. 또한 반응식의 계수를 비교하지 않고 두 기체의 양이 다르다고 생각하는 것이 함정이다. 두 반쪽 반응 모두 기체 1몰을 만드는 데 전자 2몰이 필요하므로 발생 몰수는 같다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전극의 부호를 확인한다. 염화 나트륨 수용액에서는 양극에서 Cl^-가 산화되어 Cl_2가, 음극에서 물이 환원되어 H_2와 OH^-가 생성된다. 그다음 두 반쪽 반응의 전자 수를 맞추어 기체의 생성 몰비를 비교한다.

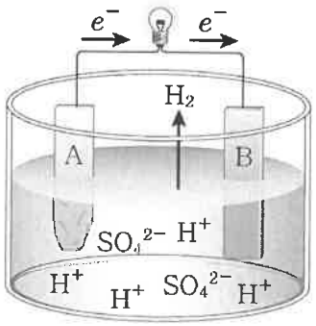
암기 포인트

소금물 전기 분해는 양극 Cl_2, 음극 $H_2 \cdot OH^-$, 기체 몰비 1:1이다.

NoteBase

17. <보기 1>은 금속 A와 B를 묽은 황산에 넣은 후 도선으로 연결한 화학 전지를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, 온도와 부피는 일정하고, 금속의 이온은 A^{2+}와 B^{2+}로 임의의 원소 기호이며, A와 H의 원자량은 각각 65, 1이다.)

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. 수용액의 밀도가 감소한다.
ㄴ. 전극 A는 (−)극이다.
ㄷ. 환원 반응은 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$이다.

① ㄱ ② ㄴ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

도선의 전자 이동 방향과 수소 기체의 발생 위치를 보고 각 전극의 산화·환원 반응을 판단한 뒤, 용액의 질량 변화를 구하는 문제이다. 전자가 A에서 B로 이동하므로 A에서는 산화, B에서는 환원이 일어난다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지 않다. A에서는 $A \rightarrow A^{2+} + 2e^-$가 일어나 A 65 g이 용액에 들어갈 때, B에서는 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$에 따라 수소 2 g이 기체로 빠져나간다. 따라서 용액의 질량은 63 g 증가하고 부피는 일정하므로 밀도는 증가한다. '수용액의 밀도가 감소한다' → 올바르게는 '수용액의 밀도가 증가한다'이다.
② X — ㄴ 자체는 옳지만, 옳은 것은 ㄴ뿐만 아니라 ㄷ도 있으므로 ②는 정답 조합이 아니다. A에서 전자가 외부 회로로 나가므로 A는 산화 전극인 (-)극이다. '옳은 것은 ㄴ만이다' → 올바르게는 '옳은 것은 ㄴ과 ㄷ이다'이다.
③ O — ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다. A는 전자를 내놓는 (-)극이고, B에서는 그림처럼 H_2가 발생하므로 환원 반응은 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$이다.
④ X — ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ은 옳지 않으므로 세 진술이 모두 옳은 것은 아니다. 'ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다' → 올바르게는 'ㄴ, ㄷ만 옳다'이다.

오답 포인트

금속 A가 녹는다는 사실만 보고 용액의 질량 증가를 놓치거나, 수소 기체가 빠져나가므로 용액의 질량이 감소한다고 판단하기 쉽다. A 65 g이 용액에 들어오고 수소 2 g이 나가므로 용액의 질량은 순수하게 63 g 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자 화살표의 출발 전극을 산화 전극인 (-)극, 도착 전극을 환원 전극인 (+)극으로 판단한다. 용액의 질량은 '용액으로 들어온 금속의 질량 - 기체로 빠져나간 질량'으로 계산하고, 부피가 일정하면 질량과 밀도는 같은 방향으로 변한다.

암기 포인트

전자 출발점은 산화·(-)극, 전자 도착점은 환원·(+)극이다. 이 전지에서는 A 65 g 용해, H_2 2 g 발생이므로 용액 질량은 63 g 증가한다.

NoteBase

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

<보기 1>

- A: $1s^2 2s^2 2p^5$
- B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- C: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- D: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

<보기 2>

ㄱ. 원자 반지름은 C>D이다.
ㄴ. 이온 반지름은 A^- > B^+이다.
ㄷ. 화합물의 녹는점은 BA > BD이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

전자 배치로 원소를 확인한 뒤, 같은 주기에서의 원자 반지름 변화, 등전자 이온의 반지름 비교, 이온 사이 거리와 녹는점의 관계를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

A는 $1s^2 2s^2 2p^5$인 F, B는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$인 Na, C는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$인 Mg, D는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$인 Cl이다.

같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 커져 원자 반지름이 대체로 감소한다. 전자 수가 같은 이온끼리는 양성자 수가 많을수록 전자를 더 강하게 끌어당기므로 이온 반지름이 작다. 전하량이 같은 이온 화합물에서는 이온 사이 거리가 짧을수록 정전기적 인력이 강해져 녹는점이 대체로 높다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ과 ㄴ만 옳다는 구성이 틀리다. C(Mg)와 D(Cl)는 모두 3주기 원소이고 Mg가 Cl보다 왼쪽에 있으므로 C의 원자 반지름이 더 커서 ㄱ은 옳다. 또한 A^-(F^-)와 B^+(Na^+)는 전자 수가 10개로 같지만 Na의 양성자 수가 더 많아 Na^+가 더 작으므로 ㄴ도 옳다. 그러나 빠진 ㄷ 역시 옳다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.
② X — ㄱ과 ㄷ만 옳다는 구성이 틀리다. ㄱ은 같은 3주기에서 Mg의 원자 반지름이 Cl보다 크므로 옳고, ㄷ은 NaF가 NaCl보다 이온 사이 거리가 짧아 인력이 강하므로 옳다. 그러나 빠진 ㄴ도 등전자 이온에서 핵전하가 작은 F^-가 Na^+보다 크므로 옳다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.
③ X — ㄴ과 ㄷ만 옳다는 구성이 틀리다. ㄴ은 F^-와 Na^+의 등전자 이온 비교로 옳고, ㄷ은 BA(NaF)의 이온 사이 인력이 BD(NaCl)보다 강하므로 옳다. 그러나 빠진 ㄱ도 같은 3주기에서 Mg가 Cl보다 왼쪽에 있어 원자 반지름이 더 크므로 옳다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.
④ O — ㄱ은 C(Mg) > D(Cl), ㄴ은 A^-(F^-) > B^+(Na^+), ㄷ은 BA(NaF)의 녹는점 > BD(NaCl)의 녹는점이므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

오답 포인트

ㄴ에서는 음이온이라는 이유만으로 항상 크다고 판단하지 않고 전자 수가 같은지 먼저 확인해야 한다. ㄷ에서는 두 화합물의 이온 전하량이 같으므로 음이온의 크기가 작은 NaF에서 이온 사이 거리가 더 짧고 인력이 더 강하다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전자 배치의 총전자 수로 원소를 정한다. 원자 반지름은 주기율표의 위치로 비교하고, 등전자 이온은 양성자 수가 많을수록 작다고 판단한다. 이온 화합물의 전하량이 같으면 이온 사이 거리가 짧을수록 결합력이 강하고 녹는점이 높다고 판단한다.

암기 포인트

같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름이 작아지고, 등전자 이온은 핵전하가 클수록 작아진다. 같은 전하량이면 작은 이온일수록 이온 결합이 강하다.

NoteBase

19. <보기>는 이산화황(SO_2) 기체와 산소(O_2) 기체가 반응하여 삼산화황(SO_3) 기체가 생성되는 열화학 반응식으로 평형에 놓여있다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$$2SO_2(g)+O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g),\ \Delta H=-188\text{kJ}$$

① SO_3을 넣으면 정반응이 일어난다.
② 압력을 감소시키면 정반응이 일어난다.
③ 온도가 증가하면 평형상수 K는 증가한다.
④ 온도를 낮추면 삼산화황의 수득률이 높아진다.

정답 4번

출제 포인트

르샤틀리에 원리에 따라 농도·압력·온도 변화가 화학 평형의 이동 방향과 평형상수에 미치는 영향을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

화학 평형은 외부 조건이 변하면 그 변화를 줄이는 방향으로 이동한다. 정반응은 발열 반응이므로 온도를 낮추면 정반응 쪽으로 이동하고, 기체 몰수는 반응물 쪽이 3몰, 생성물 쪽이 2몰이므로 압력을 낮추면 기체 몰수가 많은 반응물 쪽으로 이동한다. 평형상수 K는 온도에 의해서만 변하며, 발열 반응에서는 온도가 높아질수록 작아진다.

선지별 해설

① X — 생성물인 SO_3를 넣으면 첨가된 SO_3를 소비하는 역반응이 일어난다. 틀린 표현은 '정반응'이며, 올바르게는 '역반응이 일어난다'이다.
② X — 압력을 감소시키면 기체 몰수가 더 많은 쪽으로 평형이 이동한다. 반응물 쪽은 3몰이고 생성물 쪽은 2몰이므로 역반응이 일어난다. 틀린 표현은 '정반응'이며, 올바르게는 '역반응이 일어난다'이다.
③ X — 정반응이 발열 반응이므로 온도가 증가하면 흡열 방향인 역반응이 유리해지고 평형상수 K는 감소한다. 틀린 표현은 '증가한다'이며, 올바르게는 '감소한다'이다.
④ O — 온도를 낮추면 열을 내놓는 정반응 쪽으로 평형이 이동하므로 SO_3의 평형 수득률이 높아진다.

오답 포인트

압력 감소를 단순히 정반응과 연결하거나, 온도를 낮추면 반응 속도가 느려진다는 사실을 평형 수득률과 혼동하기 쉽다. 평형 이동은 기체 몰수와 반응열로 판단하며, 발열 반응에서 온도를 낮추면 속도는 느려질 수 있어도 생성물의 평형 수득률은 높아진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

농도 변화는 첨가한 물질을 소비하는 방향, 압력 감소는 기체 몰수가 많은 방향, 온도 변화는 가한 열을 상쇄하는 방향으로 판단한다. 평형상수 K의 변화는 온도 변화가 있을 때만 판단한다.

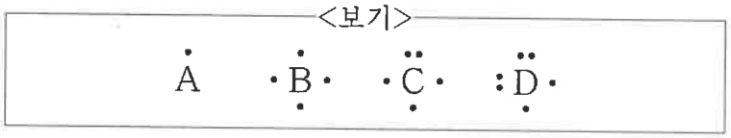
암기 포인트

발열 정반응은 저온에서 생성물 쪽, 저압에서는 기체 몰수가 많은 쪽이 유리하다.

NoteBase

20. <보기>는 1, 2주기 비금속 원소인 A~D의 루이스 전자점식을 나타낸 것이다. A~D가 화합물을 형성할 때, 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

<보기>



① BD_2는 분자 내 결합의 쌍극자 모멘트의 합이 0이다.
② ABC는 굽은형 구조를 갖는다.
③ CA_3의 결합각은 A_2D의 결합각보다 작다.
④ BA_4 기체 분자는 전기장 내에서 일정한 방향으로 배열한다.

정답 1번

출제 포인트

루이스 전자점식의 점 개수로 원자가전자 수를 읽고 원소를 정한 뒤, 분자의 구조와 결합각 및 극성을 판단하는 문제이다. A, B, C, D의 원자가전자 수는 각각 1, 4, 5, 6이므로 A는 H, B는 C, C는 N, D는 O이다.

선지별 해설

① O — BD_2는 CO_2이다. 중심 원자 C 주위에 결합 전자 영역이 2개이므로 직선형이며, 크기가 같은 두 C—O 결합의 쌍극자 모멘트가 서로 반대 방향이어서 벡터 합은 0이다.
② X — ABC는 HCN이다. 중심 원자 C 주위의 전자 영역이 2개이므로 H—C≡N은 직선형이다. '굽은형'이 틀린 표현이며, 올바르게는 '직선형 구조를 갖는다'이다.
③ X — CA_3는 NH_3, A_2D는 H_2O이다. N에는 비공유 전자쌍이 1개, O에는 2개가 있어 비공유 전자쌍의 반발이 더 큰 H_2O의 결합각이 더 작다. 'CA_3의 결합각이 더 작다'가 틀렸으며, 올바르게는 'CA_3의 결합각이 A_2D의 결합각보다 크다'이다.
④ X — BA_4는 정사면체형 CH_4이다. 네 C—H 결합의 쌍극자 모멘트가 대칭적으로 상쇄되어 분자 전체가 무극성이므로 전기장에서 일정한 방향으로 배열하지 않는다. '일정한 방향으로 배열한다'가 틀렸으며, 올바르게는 '일정한 방향으로 배열하지 않는다'이다.

오답 포인트

루이스 전자점식에서 점의 위치보다 점의 총개수를 먼저 세어야 한다. 또한 결합의 극성과 분자 전체의 극성은 다르다. CO_2와 CH_4는 극성 결합을 포함하더라도 대칭 구조에서 결합 쌍극자가 상쇄될 수 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 원자가전자 수로 원소를 정하고, 중심 원자의 결합 전자 영역과 비공유 전자쌍 수로 분자 구조를 결정한다. 그다음 결합각은 비공유 전자쌍 반발의 크기로 비교하고, 분자 극성은 결합 쌍극자의 벡터 합이 상쇄되는지로 판단한다.

암기 포인트

전자점 1·4·5·6개는 H·C·N·O이며, CO_2는 직선형 무극성, HCN은 직선형, NH_3의 결합각은 H_2O보다 크고, CH_4는 정사면체형 무극성이다.

NoteBase