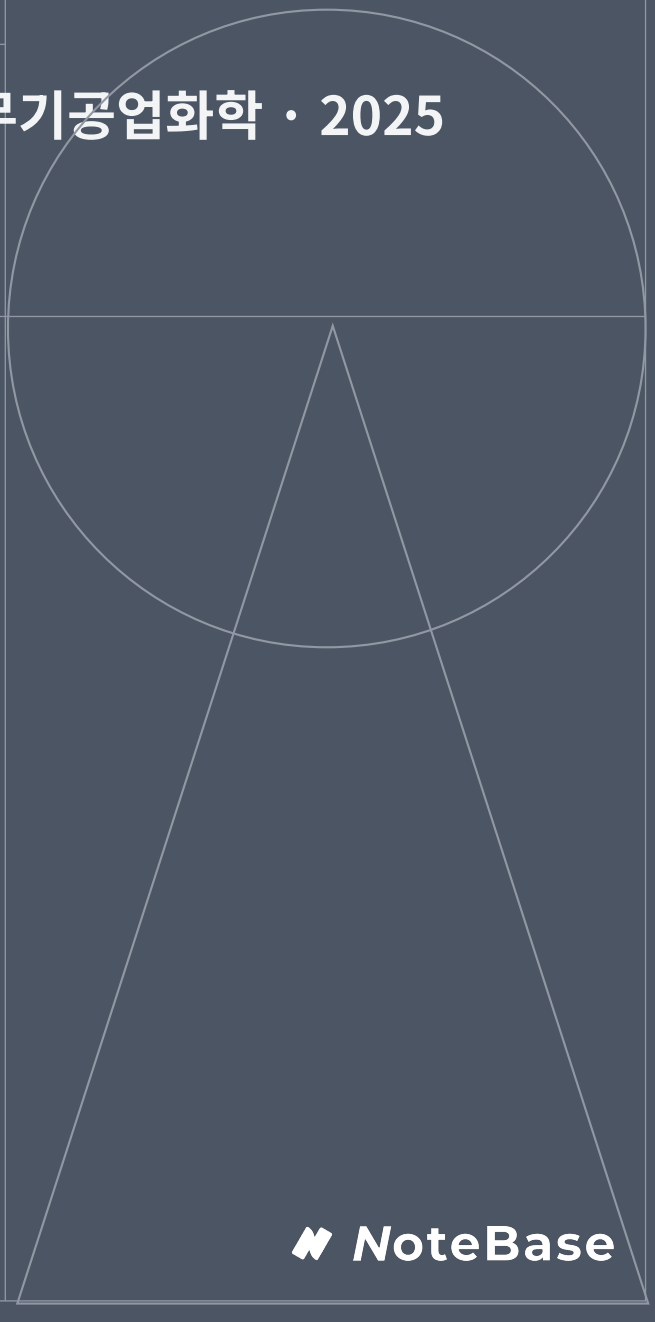
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2025

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2025

1. <보기>의 화학 반응식에서 사산화 이질소의 수득률을 높이기 위한 방법으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$2NO_2(g) \rightleftarrows N_2O_4(g),\ \Delta H = 57.2\text{kJ}$

① 반응기의 압력을 낮춘다.
② 반응기에 열을 공급한다.
③ 반응기의 열을 빼앗는다.
④ 사산화 이질소를 더 공급해 준다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 온도, 압력, 농도 변화에 따른 평형 이동을 르샤틀리에 원리로 판단하고, 사산화 이질소의 평형 수득률을 높이는 조건을 찾는 문제이다.

핵심 개념

르샤틀리에 원리는 평형 상태의 계에 온도·압력·농도 변화가 가해지면 그 변화를 완화하는 방향으로 평형이 이동한다는 원리이다.
주어진 반응에서 정반응의 반응 엔탈피는 $\Delta H = +57.2kJ$이므로 정반응은 열을 흡수하는 흡열반응이다. 따라서 열을 공급하면 평형이 오른쪽으로 이동하여 N_2O_4의 평형 수득률이 높아진다.
기체 몰수는 왼쪽이 2몰, 오른쪽이 1몰이므로 압력을 높이면 오른쪽으로, 압력을 낮추면 왼쪽으로 평형이 이동한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
압력을 낮추면 기체 몰수가 더 많은 왼쪽, 즉 NO_2 쪽으로 평형이 이동하므로 N_2O_4의 수득률이 낮아진다. 틀린 표현은 '압력을 낮춘다'이며, 올바르게는 반응기의 압력을 높인다.

② O
정반응은 $\Delta H > 0$인 흡열반응이므로 열을 공급하면 공급된 열을 흡수하는 오른쪽으로 평형이 이동한다. 따라서 N_2O_4의 평형 수득률이 높아진다.

③ X
열을 빼앗아 온도를 낮추면 발열 방향인 역반응, 즉 왼쪽으로 평형이 이동하므로 N_2O_4의 수득률이 낮아진다. 틀린 표현은 '열을 빼앗는다'이며, 올바르게는 반응기에 열을 공급한다.

④ X
생성물인 N_2O_4를 더 공급하면 증가한 생성물을 소모하는 왼쪽으로 평형이 이동한다. 틀린 표현은 '사산화 이질소를 더 공급한다'이며, 올바르게는 생성된 N_2O_4를 제거하거나 반응물인 NO_2를 더 공급한다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $\Delta H = +57.2kJ$의 양의 부호를 놓치는 것이다. 이 부호는 정반응이 흡열반응임을 뜻하므로 가열할 때 오른쪽으로 이동한다. 또한 압력을 낮추면 분자 수가 적은 쪽으로 이동한다고 거꾸로 판단하기 쉽지만, 압력 감소 시에는 기체 몰수가 많은 왼쪽으로 이동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 원하는 생성물의 방향을 정한 뒤, 온도는 ΔH의 부호로 흡열·발열 방향을 판단하고, 압력은 반응식 양쪽의 기체 몰수를 비교하며, 농도는 추가한 물질을 소모하는 방향과 제거한 물질을 보충하는 방향으로 판단한다.

암기 포인트

흡열 정반응은 가열할수록 생성물 쪽이며, 압력을 높이면 기체 몰수가 적은 쪽이다.

NoteBase

2. <보기>에서 설명하는 물질로 가장 옳은 것은?

<보기>

- 산소의 동소체이다.
- 지상에서 생성되면 광화학 스모그를 일으킨다.
- 성층권에서는 자외선을 흡수하여 생명체를 보호한다.

① 프레온 ② 오존
③ 질소산화물 ④ 이산화탄소

정답 2번

출제 포인트

산소의 동소체인 오존이 존재하는 대기층에 따라 서로 다른 작용을 한다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

오존은 산소 원자 3개로 이루어진 산소의 동소체이다. 지표 부근의 오존은 광화학 스모그의 주요 성분으로 작용하지만, 성층권의 오존은 자외선을 흡수하여 생명체를 보호한다.
동소체는 같은 원소로 이루어졌지만 원자의 배열이나 결합 방식이 달라 성질이 다른 물질이다.

선지별 해설

① 프레온 X
프레온은 탄소와 할로젠 등을 포함하는 화합물로 산소의 동소체가 아니다. 틀린 물질명은 '프레온'이며, 올바르게는 '오존'이다.

② 오존 O
오존은 산소의 동소체이며, 지표 부근에서는 광화학 스모그를 일으키고 성층권에서는 자외선을 흡수한다. 보기의 세 특징을 모두 만족한다.

③ 질소산화물 X
질소산화물은 질소와 산소로 이루어진 화합물이며 산소의 동소체가 아니다. 광화학 스모그 생성에 관여하지만 성층권에서 자외선을 흡수하여 생명체를 보호하는 물질은 아니다. 틀린 물질명은 '질소산화물'이며, 올바르게는 '오존'이다.

④ 이산화탄소 X
이산화탄소는 탄소와 산소로 이루어진 화합물로 산소의 동소체가 아니다. 온실효과와 관련된 물질이며, 보기의 위치별 작용을 하는 물질은 오존이다. 틀린 물질명은 '이산화탄소'이며, 올바르게는 '오존'이다.

NoteBase

오답 포인트

질소산화물도 광화학 스모그 생성에 관여하므로 ③과 혼동하기 쉽다. 그러나 ‘산소의 동소체’와 ‘성층권에서 자외선 흡수’라는 조건까지 함께 만족하는 물질은 오존뿐이다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘산소의 동소체’, ‘지표 부근의 광화학 스모그’, ‘성층권의 자외선 흡수’가 함께 제시되면 오존으로 판단한다.

암기 포인트

오존은 지표에서는 오염물질, 성층권에서는 자외선 차단막이다.

NoteBase

3. 산화 · 환원 반응이 아닌 것은?

① $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

② $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

③ $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

④ $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

정답 4번

출제 포인트

산화·환원 반응인지 판단하기 위해 반응 전후 원소의 산화수가 변하는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

산화는 산화수가 증가하는 변화이고, 환원은 산화수가 감소하는 변화이다. 한 반응에서 산화와 환원은 동시에 일어나며, 모든 원소의 산화수가 그대로이면 산화·환원 반응이 아니다.

선지별 해설

① O — H_2의 H는 산화수 0에서 H_2O의 +1로 증가하여 산화되고, O_2의 O는 0에서 -2로 감소하여 환원된다. 따라서 산화·환원 반응이다.

② O — CO의 C는 +2에서 CO_2의 +4로 증가하여 산화되고, O_2의 O는 0에서 -2로 감소하여 환원된다. 따라서 산화·환원 반응이다.

③ O — Mg는 산화수 0에서 MgO의 +2로 증가하여 산화되고, O_2의 O는 0에서 -2로 감소하여 환원된다. 따라서 산화·환원 반응이다.

④ X — $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$에서는 H(+1), Cl(-1), Na(+1), O(-2)의 산화수가 반응 전후 모두 변하지 않는다. 산화·환원 반응이라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 산과 염기가 물과 염을 만드는 중화 반응이다.

오답 포인트

④에서도 새로운 물질이 생성되므로 산화·환원으로 오인하기 쉽다. 그러나 생성물의 변화 자체가 아니라 각 원소의 산화수 변화 여부로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응물과 생성물에서 같은 원소의 산화수를 비교한다. 하나는 증가하고 다른 하나는 감소하면 산화·환원 반응이고, 모든 산화수가 같으면 산화·환원 반응이 아니다.

암기 포인트

산화수 증가 = 산화, 산화수 감소 = 환원, 산화수 불변 = 산화·환원 아님이다.

NoteBase

4. 충치 예방에 사용되며 형석 등의 형태로 자연계에 존재하는 할로젠 원소로 가장 옳은 것은?

① 플루오린(F)　② 염소(Cl)

③ 브로민(Br)　④ 아이오딘(I)

정답 1번

출제 포인트

충치 예방에 이용되는 불화물과 형석을 단서로 해당 할로젠 원소를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

플루오린은 반응성이 매우 커서 자연계에서 원소 상태가 아니라 불화물로 존재한다. 대표 광물인 형석은 플루오린을 포함한 불화칼슘 CaF_2이며, 적정 농도의 불화물은 치아 법랑질을 산에 더 강하게 만들어 충치 예방에 이용된다.

선지별 해설

① O — 플루오린(F)은 형석 CaF_2의 구성 원소이며, 플루오린의 화합물인 불화물은 충치 예방에 이용된다. 두 단서를 모두 만족한다.

② X — 염소(Cl)는 형석의 구성 원소가 아니므로 틀린 선택지이다. 염소는 자연계에서 암염의 염화나트륨 NaCl 같은 염화물로 주로 존재하며, 올바르게는 충치 예방과 형석에 해당하는 원소가 플루오린이다.

③ X — 브로민(Br)은 형석의 구성 원소가 아니므로 틀린 선택지이다. 브로민은 자연계에서 해수·염수 속 브로민화물로 주로 존재하며, 올바르게는 충치 예방과 형석에 해당하는 원소가 플루오린이다.

④ X — 아이오딘(I)은 형석의 구성 원소가 아니므로 틀린 선택지이다. 아이오딘은 자연계에서 아이오딘화물이나 아이오딘산염 형태로 존재하며, 올바르게는 충치 예방과 형석에 해당하는 원소가 플루오린이다.

오답 포인트

할로젠은 모두 반응성이 커서 자연계에서 주로 화합물로 존재한다는 공통점이 있다. 그러나 '충치 예방'과 '형석'은 플루오린을 특정하는 단서이며, 염소·브로민·아이오딘의 일반적인 화합물 존재 형태와 혼동하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

할로젠 원소 문제에서는 용도와 대표 산출 광물을 함께 연결한다. '불화물에 의한 충치 예방' 또는 '형석 CaF_2'이 제시되면 플루오린으로 판단한다.

암기 포인트

충치 예방의 불화물, 형석 CaF_2 → 플루오린(F)이다.

NoteBase

5. <보기>에서 설명하는 인산질 비료로 가장 옳은 것은?

<보기>

- 인광석에 탄산 나트륨과 인산을 섞어 용융점 아래에서 수증기를 불어 넣으면서 만든다.
- 반응식: $Ca_5(PO_4)_3F + Na_2CO_3 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \cdot 2CaNaPO_4 + HF + CO_2 + H_2O$

① 과인산 석회 ② 중과인산 석회
③ 소성인비 ④ 용성인비

정답 3번

출제 포인트

인산질 비료를 원료와 제조 온도에 따라 구별하는 문제이다. 인광석에 탄산 나트륨과 인산을 섞고 용융점 아래에서 수증기를 불어 넣는 조건은 소성인비의 제조법이다.

핵심 개념

소성인비는 인광석에 탄산 나트륨과 인산을 넣고 용융점보다 낮은 온도에서 소성하여 만드는 인산질 비료이다. 이 과정에서 인광석의 불소인회석이 식물이 이용하기 쉬운 인산염인 $Ca_3(PO_4)_2 \cdot 2CaNaPO_4$로 전환된다. 과인산 석회는 인광석을 황산으로 분해하며, 중과인산 석회는 인광석을 인산으로 분해한다. 용성인비는 인광석에 마그네슘을 함유한 원료 등을 섞어 높은 온도에서 용융한 뒤 급랭하여 만든다.

선지별 해설

① X — 과인산 석회는 인광석을 황산으로 분해하여 만드는 비료이므로 보기의 제조법과 다르다. '과인산 석회'가 아니라 보기처럼 탄산 나트륨과 인산을 넣어 용융점 아래에서 소성하는 경우에는 '소성인비'이다.
② X — 중과인산 석회는 인광석을 인산으로 분해하여 만드는 고농도 인산질 비료이다. '중과인산 석회'가 아니라 탄산 나트륨을 함께 넣고 용융점 아래에서 수증기를 불어 넣어 만드는 비료는 '소성인비'이다.
③ O — 인광석에 탄산 나트륨과 인산을 섞고 용융점 아래에서 수증기를 불어 넣어 $Ca_3(PO_4)_2 \cdot 2CaNaPO_4$를 생성하는 공정은 소성인비의 제조법이다.
④ X — 용성인비는 원료 혼합물을 용융점 이상에서 녹인 뒤 급랭하여 만드는 비료이므로 '용융점 아래에서' 처리한다는 보기와 맞지 않는다. '용성인비'가 아니라 용융점 아래에서 소성하는 '소성인비'가 옳다.

오답 포인트

③ 소성인비와 ④ 용성인비는 이름이 비슷하지만 제조 온도가 다르다. 보기의 '용융점 아래'는 소성 공정이고, 원료를 실제로 녹여 급랭하는 공정은 용융 공정이다. 또한 인산을 사용한다는 사실만 보고 ②를 고르면 탄산 나트륨과 수증기 처리라는 결정적 조건을 놓치게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

제조법 문제에서는 산의 종류와 가열 조건을 함께 확인한다. 황산 분해이면 과인산 석회, 인산 분해이면 중과인산 석회, 탄산 나트륨·인산을 넣고 용융점 아래에서 수증기와 함께 소성하면 소성인비, 완전히 용융한 뒤 급랭하면 용성인비로 판단한다.

암기 포인트

소성인비는 용융점 아래에서 굽고, 용성인비는 녹여서 급랭한다.

NoteBase

6. <보기>에서 화학 반응이 일어날 수 있는 것을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. $Fe + CuSO_4$
ㄴ. $Cu + FeSO_4$
ㄷ. $Zn + FeSO_4$
ㄹ. $Cu + AgNO_3$

① ㄴ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

금속의 이온화 경향을 비교하여, 단일 치환 반응이 일어날 수 있는 조합을 가려내는 문제이다.

핵심 개념

금속과 금속염 수용액의 반응에서는 이온화 경향이 더 큰 금속이 자신보다 이온화 경향이 작은 금속의 이온을 환원시켜 석출시킨다. 이 문항에 필요한 순서는 Zn > Fe > Cu > Ag이다. 따라서 앞쪽 금속이 뒤쪽 금속의 이온을 포함한 수용액에 들어가면 치환 반응이 일어난다.

선지별 해설

① X — ㄴ만 고른 조합이지만, Cu는 Fe보다 이온화 경향이 작아 $FeSO_4$의 Fe^{2+}를 치환하지 못한다. 틀린 조합 'ㄴ'은 'ㄱ, ㄷ, ㄹ'로 고쳐야 한다.
② X — ㄱ은 반응하지만 ㄴ은 반응하지 않으므로 'ㄱ, ㄴ'은 틀린 조합이다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ, ㄹ'이다. ㄱ에서는 $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$가 일어난다.
③ X — ㄱ과 ㄷ은 반응하지만 ㄴ은 반응하지 않고, 반응하는 ㄹ이 빠져 있으므로 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'은 틀린 조합이다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ, ㄹ'이다. ㄷ에서는 $Zn + FeSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Fe$가 일어난다.
④ O — ㄱ·ㄷ·ㄹ은 모두 넣은 금속이 용액 속 금속 이온보다 이온화 경향이 크므로 반응한다. ㄹ의 반응은 $Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$이다.

오답 포인트

금속 자체의 반응성을 따로 외우기보다 '고체 금속이 용액 속 금속 이온보다 이온화 경향이 큰가'를 비교해야 한다. 특히 ㄴ은 ㄱ에서 두 금속의 위치만 바꾼 형태이지만, 반응 가능 여부는 반대로 바뀐다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 보기에서 왼쪽의 고체 금속과 염을 이루는 금속 이온을 찾은 뒤 이온화 경향을 비교한다. 고체 금속이 더 앞에 있으면 치환 반응이 일어나고, 더 뒤에 있으면 일어나지 않는다.

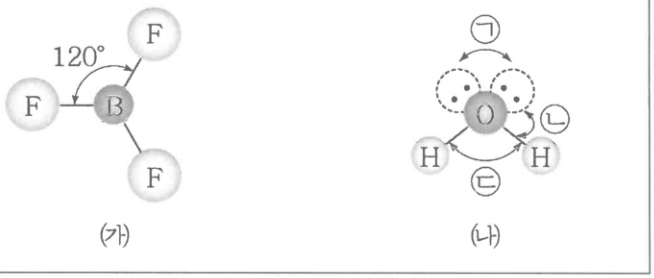
암기 포인트

이온화 경향이 큰 금속이 작은 금속을 그 염에서 밀어낸다. 이 문항의 순서는 Zn > Fe > Cu > Ag이다.

NoteBase

7. <보기>는 무기 화합물의 분자 구조를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>



(가) (나)

① (가)는 극성 공유 결합을 가지고 있지만 무극성 분자에 해당한다.
② (나)에서 전자쌍 반발력의 크기는 ㉠ < ㉡ < ㉢ 관계에 있다.
③ (가)와 (나)에는 전자쌍 반발 이론이 적용된다.
④ (가)는 평면 삼각형 구조, (나)는 굽은형 구조에 해당한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 BF_3와 H_2O의 도식에서 결합 전자쌍과 비공유 전자쌍의 배치를 읽고, 분자 구조·극성·전자쌍 반발력의 크기를 판단하는 문제이다. 비공유 전자쌍은 결합 전자쌍보다 중심 원자 주위의 공간을 더 넓게 차지하므로 전자쌍 사이의 반발력은 비공유-비공유 > 비공유-결합 > 결합-결합 순이다.

선지별 해설

① O — (가)의 각 $B-F$ 결합은 전기음성도 차이로 극성 공유 결합이지만, BF_3는 세 결합이 120 °로 대칭인 평면 삼각형이어서 결합 쌍극자 모멘트의 벡터 합이 0이 된다. 따라서 분자 전체는 무극성이다.

② X — (나)에서 ㄱ은 비공유 전자쌍-비공유 전자쌍, ㄴ은 비공유 전자쌍-결합 전자쌍, ㄷ은 결합 전자쌍-결합 전자쌍 사이의 반발을 나타낸다. 비공유 전자쌍이 더 넓은 공간을 차지하므로 반발력은 ㄱ > ㄴ > ㄷ이다. 틀린 표현 'ㄱ < ㄴ < ㄷ'은 'ㄱ > ㄴ > ㄷ'으로 고쳐야 한다.

③ O — 전자쌍 반발 이론은 중심 원자 주위의 전자쌍들이 반발을 최소화하도록 배치된다는 이론이다. (가)는 세 결합 전자쌍이 평면 삼각형으로, (나)는 두 결합 전자쌍과 두 비공유 전자쌍이 정사면체형 전자쌍 배치를 이루므로 두 분자 모두에 적용된다.

④ O — (가)의 BF_3는 중심 B 주위에 결합 전자쌍 세 개가 있어 평면 삼각형 구조이다. (나)의 H_2O는 중심 O 주위에 결합 전자쌍 두 개와 비공유 전자쌍 두 개가 있으며, 원자의 배치만 보면 굽은형 구조이다.

NoteBase

오답 포인트

②에서 부등호의 방향을 반대로 판단하기 쉽다. 전자쌍 반발력은 전자쌍의 종류에 따라 달라지며, 비공유 전자쌍이 포함될수록 차지하는 공간이 커져 반발력이 강해진다. 또한 ①에서는 극성 결합의 존재와 분자 전체의 극성을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중심 원자 주위의 결합 전자쌍과 비공유 전자쌍 수를 센다. 그다음 전자쌍 반발력은 비공유-비공유 > 비공유-결합 > 결합-결합 순으로 비교하고, 분자 극성은 각 결합의 극성뿐 아니라 구조의 대칭성과 쌍극자 모멘트의 상쇄 여부까지 확인한다.

암기 포인트

전자쌍 반발력은 비비 > 비결 > 결결이며, 극성 결합이 대칭적으로 배치되어 쌍극자가 상쇄되면 분자는 무극성이 될 수 있다.

NoteBase

8. 이상 기체 상태 방정식을 따르는 어떤 기체가 온도 273K, 압력 0.4atm, 부피 546L일 때, 이 기체의 몰 수[mol]는? (단, 이상 기체 상수는 0.08atm·L/(mol·K)이다.)

① 1 ② 5

③ 10 ④ 100

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상 기체 상태 방정식 $PV = nRT$를 이용해 기체의 몰 수 n을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $P = 0.4atm$, $V = 546L$, $T = 273K$, $R = 0.08atm \cdot L/(mol \cdot K)$이다.
구해야 할 값: 기체의 몰 수 n이다.
주의할 조건: 압력·부피·온도·기체 상수의 단위가 서로 맞으므로 별도의 단위 변환 없이 대입할 수 있다.

사용할 공식

이상 기체 상태 방정식은 $PV = nRT$이고, 몰 수에 관해 정리하면 $n = \frac{PV}{RT}$이다.
문제에서 이상 기체이며 압력, 부피, 절대온도, 기체 상수가 모두 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 대입하면 다음과 같다.
$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(0.4atm)(546L)}{(0.08atm \cdot L/(mol \cdot K))(273K)}$
분자는 $218.4atm \cdot L$, 분모는 $21.84atm \cdot L/mol$이므로 $n = 10mol$이다.

선지 판단

① X — 1몰은 계산값 $10mol$과 일치하지 않는다. 틀린 값 1몰은 올바르게는 10몰이다.
② X — 5몰은 계산값 $10mol$의 절반이므로 맞지 않는다. 틀린 값 5몰은 올바르게는 10몰이다.
③ O — 이상 기체 상태 방정식에 대입한 결과가 $10mol$이므로 옳다.
④ X — 100몰은 계산값 $10mol$보다 10배 크므로 맞지 않는다. 틀린 값 100몰은 올바르게는 10몰이다.

오답 포인트

$PV = nRT$에서 몰 수를 구할 때는 $n = PV/(RT)$로 정리해야 한다. 특히 $0.4 \times 546 = 218.4$와 $0.08 \times 273 = 21.84$의 소수점 위치를 잘못 처리하면 ④의 100몰을 고르기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

이상 기체의 몰 수 문제는 주어진 단위가 기체 상수의 단위와 맞는지 확인한 뒤, $n = PV/(RT)$에 대입하고 마지막에 단위가 mol로 남는지 검산한다.

암기 포인트

이상 기체의 몰 수는 $n = \frac{PV}{RT}$이다.

NoteBase

9. <보기>는 요소의 산업적 제조 공정이다. (가)와 (나)에 들어갈 화학식을 옳게 짝지은 것은?

<보기>

1단계: $2NH_3 + CO_2 \rightarrow$ (가)

2단계: (가) $\rightarrow CO(NH_2)_2 +$ (나)

	(가)	(나)		(가)	(나)
①	$C_{13}H_{16}N_2O_2$	H_2	②	$C_{13}H_{16}N_2O_2$	H_2O
③	NH_2COONH_4	H_2	④	NH_2COONH_4	H_2O

정답 4번

출제 포인트

암모니아와 이산화탄소로 요소를 제조할 때 생성되는 중간체와 탈수 생성물을 반응식 및 원자 수 보존으로 판단하는 문제이다.

조건 정리

1단계에서는 암모니아와 이산화탄소가 결합하여 카르밤산암모늄을 생성한다. 2단계에서는 카르밤산암모늄이 탈수되어 요소와 물을 생성한다.

사용할 반응식

$2NH_3 + CO_2 \rightarrow NH_2COONH_4$

$NH_2COONH_4 \rightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$

첫 반응은 원료가 결합하여 중간체인 카르밤산암모늄을 만드는 반응이고, 둘째 반응은 중간체에서 물 한 분자가 빠지는 탈수 반응이므로 이 반응식을 사용한다.

계산 과정

1. 1단계 반응물의 원자 수는 C 1개, H 6개, N 2개, O 2개이므로 이를 그대로 만족하는 중간체는 NH_2COONH_4이다.
2. 중간체에서 H_2O 한 분자가 빠지면 $CO(NH_2)_2$가 남는다.
3. 따라서 (가)는 NH_2COONH_4, (나)는 H_2O이다.

NoteBase

선지 판단

① X — (가)의 $C_{13}H_{16}N_2O_2$는 탄소가 13개여서 탄소가 1개뿐인 반응물의 원자 수와 맞지 않고, (나)의 H_2도 탈수 생성물이 아니다. 올바르게는 (가) NH_2COONH_4, (나) H_2O이다.
② X — (나)의 H_2O는 맞지만, (가)의 $C_{13}H_{16}N_2O_2$는 원자 수 보존을 만족하지 않는다. (가)는 NH_2COONH_4로 고쳐야 한다.
③ X — (가)의 NH_2COONH_4는 맞지만, 요소 생성 단계는 탈수 반응이므로 (나)는 수소 H_2가 아니라 물 H_2O이다.
④ O — (가)는 카르밤산암모늄 NH_2COONH_4이고, 이것이 탈수되면 요소 $CO(NH_2)_2$와 물 H_2O이 생성된다.

오답 포인트

요소의 생성 단계를 단순한 수소 이탈로 오해하면 ③을 고르기 쉽다. 2단계의 핵심은 H_2가 빠지는 반응이 아니라 H_2O가 빠지는 탈수 반응이라는 점이다. 또한 (가)는 이름을 몰라도 1단계 반응물과 생성물의 원자 수를 비교해 판별할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

산업 제조 반응식의 빈칸은 각 단계에서 원자 수가 보존되는지 먼저 확인하고, 탈수·산화·환원 등 반응 유형에 따라 빠지거나 더해지는 물질을 판단한다.

암기 포인트

요소 공정은 '암모니아 + 이산화탄소 → 카르밤산암모늄 → 요소 + 물'의 두 단계이며, 마지막 단계는 탈수 반응이다.

NoteBase

10. <보기 1>의 설명에 해당하는 원소를 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>

- 원소 주기율표 2족에 속하는 원소이다.
- 알칼리 토금속이라고 불린다.
- 원자가 전자는 2개이므로 주로 2가의 양이온을 형성한다.

<보기 2>

ㄱ. Mn　　ㄴ. Ba　　ㄷ. Sr

① ㄱ　　② ㄴ

③ ㄴ, ㄷ　　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

주기율표의 족과 원자가 전자 수를 이용하여 알칼리 토금속에 해당하는 원소를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

알칼리 토금속은 주기율표 2족 원소로, 최외각 전자 2개를 잃어 주로 +2가 양이온을 형성한다. Ba와 Sr는 2족 알칼리 토금속이지만, Mn은 전이 금속이므로 알칼리 토금속이 아니다.

선지별 해설

① X — ㄱ의 Mn은 주기율표 2족이 아니라 전이 금속이므로 <보기 1>의 설명에 해당하지 않는다. 틀린 부분은 'ㄱ만 해당한다'는 판단이며, 올바르게는 ㄴ과 ㄷ이 해당한다.
② X — ㄴ의 Ba는 2족 알칼리 토금속이지만, ㄷ의 Sr도 같은 조건을 모두 만족하므로 ㄴ만 고른 것은 불완전하다. 올바르게는 ㄴ과 ㄷ을 함께 고른다.
③ O — ㄴ의 Ba와 ㄷ의 Sr는 모두 주기율표 2족의 알칼리 토금속이며, 최외각 전자 2개를 잃어 주로 +2가 양이온을 형성한다.
④ X — ㄴ의 Ba와 ㄷ의 Sr는 맞지만 ㄱ의 Mn은 2족 알칼리 토금속이 아니므로 포함할 수 없다. 틀린 부분은 ㄱ을 포함한 것이며, 올바르게는 ㄴ과 ㄷ만 고른다.

오답 포인트

Mn도 가장 바깥 전자껍질에 전자 2개가 있어 혼동하기 쉽지만, 이것만으로 2족 원소가 되는 것은 아니다. 이 문항에서는 '주기율표 2족'과 '알칼리 토금속'이라는 조건을 먼저 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

원소의 족을 먼저 확인한 뒤 족의 명칭과 대표 이온 전하를 연결한다. 2족이면 알칼리 토금속이고, 최외각 전자 2개를 잃어 주로 +2가 양이온을 형성한다고 판단한다.

암기 포인트

2족 = 알칼리 토금속 = 최외각 전자 2개 = 주로 +2가 양이온이다. Ba와 Sr는 2족이고 Mn은 전이 금속이다.

NoteBase

11. <보기>는 염소-알칼리 공업에서 이루어지는 NaCl 수용액의 전기 분해의 전극 반응과 표준 전극 전위이다. 예상되는 표준 전지 전위[V]는?

<보기>

양극: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$	$E^0 = +1.36V$
음극: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	$E^0 = -0.84V$

① −2.20 ② −0.52
③ +0.52 ④ +2.20

정답 1번

출제 포인트

표준 환원 전위를 이용해 전해 전지의 표준 전지 전위를 계산하고, 양극에서 일어나는 산화 반응의 부호를 정확히 처리하는 문제이다.

조건 정리

양극의 염소 전극 표준 환원 전위는 $E^\circ = +1.36V$이고, 음극의 물 환원 전위는 $E^\circ = -0.84V$이다. 구해야 할 값은 NaCl 수용액 전기 분해의 표준 전지 전위이다. 양극에서는 산화가 일어나므로, 표준 환원 전위끼리 계산할 때는 음극 값에서 양극 값을 뺀다.

사용할 공식

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$

두 전극의 값이 표준 환원 전위이므로 음극의 환원 전위에서 양극의 환원 전위를 뺀다. 같은 내용을 반응 방향으로 나타내면, 양극 반응을 산화 방향으로 바꿀 때 $+1.36V$의 부호가 $-1.36V$로 바뀐다.

계산 과정

1. 음극의 환원 전위는 $-0.84V$이다.
2. 양극의 염소 전극 환원 전위는 $+1.36V$이다.
3. 따라서 $E^\circ_{cell} = (-0.84) - (+1.36) = -2.20V$이다. 음의 전지 전위는 이 반응이 자발적인 갈바니 전지 반응이 아니라 외부 전압이 필요한 전기 분해 반응임을 나타낸다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $-2.20V$이므로 옳다.
② X — $-0.52V$는 양극 전위의 부호를 바꾸면서 음극의 환원 전위 부호까지 잘못 바꾸면 나오는 값이다. 올바르게는 $(-0.84)-(+1.36)=-2.20V$이다.
③ X — $+0.52V$는 제시된 두 수 $+1.36$과 -0.84를 반응 방향에 따른 부호 처리 없이 더한 값이다. 올바르게는 양극 환원 전위를 빼서 $-2.20V$가 된다.
④ X — $+2.20V$는 두 전위의 절댓값을 더한 뒤 전기 분해 반응의 비자발성을 나타내는 음의 부호를 누락한 값이다. 올바르게는 $-2.20V$이다.

오답 포인트

양극 반응식이 산화 방향으로 쓰여 있어도 표준 전극 전위는 환원 전위 기준으로 다루는 점이 핵심 함정이다. $+1.36$과 -0.84를 그대로 더하면 ③이 되고, 절댓값만 더하면 ④가 되므로 부호 기준을 먼저 확정해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 값이 표준 환원 전위로 주어지면 먼저 음극과 양극을 구분한 뒤 $E^\circ_{\text{cell}}=E^\circ_{\text{cathode}}-E^\circ_{\text{anode}}$를 적용한다. 전기 분해 반응이라면 계산된 전지 전위가 음수가 되는지도 함께 검산한다.

암기 포인트

표준 환원 전위 계산은 '음극 빼기 양극'이며, 산화 전위로 바꾸면 부호가 반대가 된다.

NoteBase

12. 1차 전지의 특징으로 가장 옳지 않은 것은?
① 망가니즈 건전지는 대표적인 1차 전지이다.
② 알칼리 건전지의 전해질은 산성 전해질을 사용한다.
③ 망가니즈 건전지는 아연 판을 (−)극, 탄소 막대를 (+)극으로 사용한다.
④ 알칼리 건전지는 전지의 수명이 길다.

정답 2번

출제 포인트

망가니즈 건전지와 알칼리 건전지의 전극, 전해질, 수명 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

1차 전지는 방전 후 일반적으로 재충전하여 반복 사용하지 않는 전지이다. 망가니즈 건전지는 아연을 (-)극으로 하고 탄소 막대 쪽을 (+)극으로 구성하는 대표적인 1차 전지이다. 알칼리 건전지는 수산화칼륨과 같은 알칼리성 전해질을 사용하며, 일반적으로 망가니즈 건전지보다 수명이 길다.

선지별 해설

① O — 망가니즈 건전지는 방전 후 충전하여 반복 사용하는 2차 전지가 아니라 대표적인 1차 전지이다.
② X — 틀린 표현은 '산성 전해질'이다. 알칼리 건전지는 수산화칼륨과 같은 알칼리성 전해질을 사용한다.
③ O — 망가니즈 건전지는 아연 판을 (-)극으로 사용하고, 탄소 막대 쪽을 (+)극으로 사용한다.
④ O — 알칼리 건전지는 망가니즈 건전지보다 방전 성능이 좋고 일반적으로 수명이 길다.

오답 포인트

②에서 건전지라는 공통점만 보고 망가니즈 건전지의 전해질과 알칼리 건전지의 전해질을 혼동하기 쉽다.
'알칼리 건전지'라는 명칭 자체가 알칼리성 전해질을 사용한다는 단서이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전지 종류를 전극·전해질·충전 가능 여부·수명의 네 기준으로 나누어 판단한다. 알칼리 건전지에서 전해질을 산성이라고 한 선지는 바로 틀린 것으로 판별한다.

암기 포인트

망가니즈 건전지는 아연 (-)극·탄소 막대 쪽 (+)극, 알칼리 건전지는 알칼리성 전해질·긴 수명이다.

NoteBase

13. <보기>에서 설명하는 물질의 검출법에 해당하는 화학 반응식으로 가장 옳은 것은?

<보기>

- 직선형 분자 구조로 무극성을 나타낸다.
- 공기보다 무겁고 불에 타지 않는 성질이 있어 소화기에 사용된다.
- 상온에서 압축하면 승화하여 고체가 되는데 이를 드라이아이스라 한다.

① $H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow H_2CO_3(aq)$
② $CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$
③ $CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$
④ $Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$

정답 4번

출제 포인트

제시된 성질로 물질이 이산화탄소임을 알아내고, 이산화탄소의 대표적인 검출 반응인 석회수의 백색 침전 생성을 고르는 문제이다.

핵심 개념

이산화탄소는 직선형 무극성 분자이며, 공기보다 무겁고 불에 타지 않는다. 또한 고체 이산화탄소는 드라이아이스이다. 이산화탄소를 석회수에 통과시키면 탄산칼슘의 흰색 침전이 생겨 용액이 뿌옇게 되므로 이를 검출에 이용한다. 반응식은 $Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$이다.

선지별 해설

① X — $H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow H_2CO_3(aq)$는 이산화탄소가 물에 녹아 탄산을 이루는 과정을 나타내지만, 눈으로 확인할 수 있는 특징적인 침전이나 색 변화가 없어 대표적인 검출 반응이 아니다. 틀린 부분은 이를 검출 반응으로 본 점이며, 평형을 나타내려면 $CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$로 쓰고 검출에는 석회수 반응을 이용한다.
② X — $CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$는 산화칼슘이 이산화탄소를 흡수하는 반응이지만, 고체와 기체의 반응이라 석회수가 뿌옇게 되는 표준 검출법을 나타내지 않는다. 틀린 부분은 산화칼슘 CaO을 검출 시약으로 제시한 점이며, 올바른 검출 시약은 수산화칼슘 수용액 $Ca(OH)_2(aq)$이다.
③ X — $CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$는 과량의 이산화탄소에 의해 탄산칼슘 침전이 수용성 탄산수소칼슘으로 바뀌어 녹는 반응이다. 틀린 부분은 침전이 사라지는 반응을 최초 검출 반응으로 제시한 점이며, 먼저 $CaCO_3$ 침전을 생성하는 ④의 반응이 검출 반응이다.
④ O — 이산화탄소를 석회수 $Ca(OH)_2(aq)$에 통과시키면 흰색 $CaCO_3(s)$ 침전이 생기므로 용액이 뿌옇게 된다. 관찰 가능한 침전 생성으로 이산화탄소를 확인하는 올바른 검출 반응이다.

NoteBase

오답 포인트

①~③도 이산화탄소가 관여하는 반응이어서 화학 반응식 자체만 보고 고르기 쉽다. 그러나 문제는 단순한 반응이 아니라 '검출법'을 묻는다. ④처럼 석회수가 뿌옇게 되는 뚜렷한 관찰 결과가 있어야 한다. 특히 ③은 이산화탄소를 과량으로 계속 넣었을 때 이미 생긴 침전이 다시 녹는 후속 반응이다.

다시 나오면 이렇게 판단

'직선형·무극성, 공기보다 무거움, 불연성, 드라이아이스'가 함께 나오면 이산화탄소로 판단한다. 검출 반응은 석회수에 통과시켜 흰색 탄산칼슘 침전이 생기는지를 확인한다.

암기 포인트

이산화탄소 검출은 석회수, 관찰 결과는 탄산칼슘의 흰색 침전이다.

NoteBase

14. <보기>의 가역 반응에서 촉매에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 정촉매는 역반응의 속도를 빠르게 한다.
ㄴ. 정촉매를 사용하면 정반응의 평형 상수가 커진다.
ㄷ. 부촉매는 정반응의 활성화 에너지를 증가시킨다.

① ㄱ ② ㄷ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정촉매와 부촉매가 반응 속도, 활성화 에너지, 평형 상수에 미치는 영향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

정촉매는 더 낮은 활성화 에너지 E_a의 반응 경로를 제공하여 정반응과 역반응을 모두 빠르게 하지만, 평형 상수와 평형 조성은 바꾸지 않는다. 부촉매는 반응을 방해하여 유효한 활성화 에너지를 높이고 반응 속도를 느리게 한다. 따라서 ㄱ과 ㄷ은 옳고 ㄴ은 틀리다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만, 옳은 ㄷ을 빠뜨렸으므로 정답 조합이 아니다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ'이다.
② X — ㄷ은 옳지만, 옳은 ㄱ을 빠뜨렸으므로 정답 조합이 아니다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ'이다.
③ O — ㄱ과 ㄷ을 모두 포함하고 틀린 ㄴ은 제외하였다. 정촉매는 정반응과 역반응의 속도를 모두 빠르게 하고, 부촉매는 반응의 활성화 에너지를 증가시킨다.
④ X — ㄴ을 포함한 부분이 틀리고 옳은 ㄱ도 빠져 있다. 정촉매를 사용해도 평형 상수는 변하지 않으므로 올바른 조합은 'ㄱ, ㄷ'이다.

오답 포인트

정촉매가 정반응만 빠르게 하여 평형을 생성물 쪽으로 이동시킨다고 오해하기 쉽다. 촉매는 정반응과 역반응을 함께 빠르게 하므로 평형에 도달하는 시간만 줄이고 평형 상수는 바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

촉매 문제에서는 '속도·활성화 에너지'와 '평형 상수·평형 조성'을 분리하여 판단한다. 정촉매는 활성화 에너지를 낮춰 양방향 반응을 빠르게 하고, 부촉매는 활성화 에너지를 높여 반응을 느리게 하며, 촉매는 평형 상수를 바꾸지 않는다.

NoteBase

암기 포인트

정촉매는 장벽을 낮추고, 부촉매는 장벽을 높이며, 촉매는 평형을 옮기지 않는다.

NoteBase

15. 열역학 법칙에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 열역학 제0법칙은 물질 A와 B가 열평형이고 물질 B와 C가 열평형이면, 물질 A와 C도 열평형인 것을 말한다.
ㄴ. 열역학 제1법칙은 에너지는 여러 형태로 변환되지만, 에너지는 생성되거나 소멸하지 않는다는 것을 말한다.
ㄷ. 열역학 제2법칙은 고립계에서는 엔트로피(무질서도)가 항상 감소하거나 일정하다는 것을 말한다.

① ㄱ　② ㄴ
③ ㄱ, ㄴ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

열역학 제0법칙·제1법칙·제2법칙의 핵심 의미를 구분하고, 옳은 설명의 조합을 고르는 문제이다.

핵심 개념

열역학 제0법칙: 열평형의 추이성을 나타낸다. A와 B가 열평형이고 B와 C가 열평형이면 A와 C도 열평형이다.
열역학 제1법칙: 에너지 보존 법칙이다. 에너지는 형태가 바뀔 수 있지만 생성되거나 소멸하지 않는다.
열역학 제2법칙: 자연 과정의 방향성을 엔트로피로 설명한다. 고립계의 전체 엔트로피는 감소하지 않으며, 비가역 과정에서는 증가하고 이상적인 가역 과정에서는 일정하다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 'ㄱ'만 고른 조합은 불완전하다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.
② X — ㄴ은 옳지만 ㄱ도 옳으므로 'ㄴ'만 고른 조합은 불완전하다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.
③ O — ㄱ은 열평형의 추이성을, ㄴ은 에너지 보존을 정확히 설명하므로 'ㄱ, ㄴ'이 옳다.
④ X — ㄷ의 '엔트로피가 항상 감소하거나 일정하다'가 틀렸다. 고립계의 엔트로피는 감소하지 않고 증가하거나 일정하므로, ㄷ을 제외한 'ㄱ, ㄴ'이 올바른 조합이다.

오답 포인트

ㄷ에서 엔트로피의 변화 방향을 반대로 제시한 것이 핵심 함정이다. 고립계에서는 에너지가 아니라 엔트로피가 생성될 수 있으며, 전체 엔트로피는 감소하지 않는다. 또한 '옳은 것을 모두' 묻기 때문에 개별 문장의 진위뿐 아니라 조합에 빠진 옳은 문장이 없는지도 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

제0법칙은 열평형의 추이성, 제1법칙은 에너지 보존, 제2법칙은 고립계 엔트로피의 비감소로 연결한다. 각 진술의 진위를 먼저 확정한 뒤 그 결과와 정확히 일치하는 조합을 선택한다.

암기 포인트

0법칙은 열평형, 1법칙은 에너지 보존, 2법칙은 고립계 엔트로피 비감소이다.

NoteBase

16. 산과 염기에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
① $Mg(OH)_2$는 약염기로 분류된다.
② HCl, H_2CO_3, HNO_3, H_2SO_4는 강산으로 분류된다.
③ 브뢴스테드-로우리(Brønsted-Lowry) 정의에 의하면 암모니아(NH_3)는 산으로 작용한다.
④ 브뢴스테드-로우리(Brønsted-Lowry) 정의에 의하면 산은 다른 물질로부터 양성자(H^+)를 받을 수 있는 물질이다.

정답 1번

출제 포인트

산·염기의 세기와 브뢴스테드-로우리 산·염기의 정의를 정확히 구별하는 문제이다.

핵심 개념

강산·강염기는 물에서 이온화 또는 해리되어 수소 이온이나 수산화 이온을 매우 잘 생성하고, 약산·약염기는 그 정도가 작다.
브뢴스테드-로우리 산은 양성자 H^+를 주는 물질이고, 염기는 양성자 H^+를 받는 물질이다.

선지별 해설

① O — $Mg(OH)_2$는 물에 대한 용해도가 매우 작아 수용액에서 OH^-를 충분히 공급하지 못하므로 일반적인 산·염기 분류에서 약염기로 다룬다.

② X — 틀린 부분은 네 물질을 모두 '강산'으로 분류한 것이다. HCl, HNO_3, H_2SO_4는 대표적인 강산이지만 H_2CO_3는 물에서 일부만 이온화하는 약산이다. 올바르게는 H_2CO_3를 약산으로 분류한다.

③ X — 틀린 부분은 암모니아가 '산으로 작용한다'는 것이다. NH_3는 양성자 H^+를 받아 NH_4^+가 되므로 브뢴스테드-로우리 염기이다. 올바르게는 암모니아가 염기로 작용한다고 해야 한다.

④ X — 틀린 부분은 산이 양성자를 '받을 수 있는 물질'이라는 것이다. 양성자를 받는 물질은 브뢴스테드-로우리 염기이다. 올바르게는 산을 다른 물질에 양성자 H^+를 줄 수 있는 물질이라고 정의한다.

오답 포인트

②에서는 산이라는 공통점만 보고 모두 강산으로 묶기 쉽지만 탄산은 약산이다. ③과 ④에서는 양성자를 주는 산과 받는 염기의 방향을 반대로 기억하면 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

강산 목록에 약산이 섞였는지 먼저 확인한 뒤, 브뢴스테드–로우리 정의에서는 양성자의 이동 방향을 본다. 양성자를 주면 산, 받으면 염기이다.

암기 포인트

탄산은 약산, 암모니아는 양성자를 받는 염기, 산은 양성자 주개이다.

NoteBase

17. <보기>에 따라 수산화 나트륨 제조 시설에 투입할 NaCl의 양[kg]은?

<보기>

- 수산화 나트륨 제조 시설은 소금을 전기 분해하여 수산화 나트륨을 생산한다.
- 반응식: $NaCl + H_2O \rightarrow NaOH + \frac{1}{2}Cl_2 + \frac{1}{2}H_2$
- 수산화 나트륨의 목표 생산량은 400kg이다.
- NaCl의 몰질량(molar mass)은 58g/mol, NaOH의 몰질량은 40g/mol로 한다.
- 투입되는 NaCl의 순도는 100%이며, NaCl은 모두 반응하여 NaOH가 된다.

① 10 ② 58
③ 400 ④ 580

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 반응식의 몰비와 몰질량을 이용하여 목표 생산량에 필요한 원료의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 수산화 나트륨 목표 생산량은 $400kg$, NaCl의 몰질량은 $58g/mol$, NaOH의 몰질량은 $40g/mol$이다.
구해야 할 값: 투입할 NaCl의 질량이다.
주의할 조건: 반응식에서 NaCl과 NaOH의 몰비는 1:1이고, NaCl의 순도와 반응 전환율이 모두 100%이므로 별도의 보정이 필요하지 않다.

사용할 공식

$n(\mathrm{NaOH}) = \frac{m(\mathrm{NaOH})}{M(\mathrm{NaOH})}$
$n(\mathrm{NaCl}) = n(\mathrm{NaOH})$
$m(\mathrm{NaCl}) = n(\mathrm{NaCl})M(\mathrm{NaCl})$
반응식의 계수비가 몰비를 뜻하므로 생성할 NaOH의 몰수를 먼저 구한 뒤, 같은 몰수의 NaCl을 질량으로 환산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 목표 생산량을 그램으로 바꾸면 $400kg = 400{,}000g$이다.
2. 생성해야 할 NaOH의 몰수는 다음과 같다.
$\frac{400{,}000g}{40g/mol} = 10{,}000mol$
3. 몰비가 1:1이므로 필요한 NaCl도 $10{,}000mol$이다.
4. 이를 질량으로 환산하면 다음과 같다.
$10{,}000mol \times 58g/mol = 580{,}000g = 580kg$

선지 판단

① X — $10kg$이 아니라 $580kg$이 필요하다. 10은 생성량을 킬로몰로 나타낸 $10kmol$의 수치일 뿐이며 이를 질량 kg으로 볼 수 없다.
② X — $58kg$이 아니라 $580kg$이 필요하다. 58은 NaCl의 몰질량 수치이므로 필요한 물질량 $10kmol$을 곱해야 한다.
③ X — $400kg$이 아니라 $580kg$이 필요하다. 반응 몰비가 1:1이어도 두 물질의 몰질량이 $58g/mol$과 $40g/mol$로 다르므로 질량이 같지는 않다.
④ O — 몰비 1:1과 몰질량비 58/40을 적용하면 필요한 NaCl은 $400kg \times 58/40 = 580kg$이다.
계산 결과 $580kg$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

반응식의 계수비 1:1은 질량비가 아니라 몰비이다. ③처럼 생성물과 원료의 질량을 같다고 보면 몰질량 차이를 놓치며, ①처럼 $10kmol$의 수치만 보고 $10kg$으로 쓰면 물질량과 질량의 단위를 혼동하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학량론 계산은 목표 생성물의 질량을 몰수로 환산하고, 반응식의 몰비로 원료 몰수를 구한 다음, 원료의 몰질량을 곱해 질량으로 되돌리는 순서로 판단한다. 마지막에는 g와 kg, mol과 $kmol$의 단위를 검산한다.

암기 포인트

반응식의 계수비는 몰비이다. 질량비는 계수비에 각 물질의 몰질량을 함께 반영한다.

NoteBase

18. 금속이 나타내는 일반적인 특징으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 표면에서 가시광선 영역 내 모든 진동수의 빛을 반사하므로 고유한 광택을 갖는다.
ㄴ. 우수한 열 전도성과 전기 전도성을 갖는다.
ㄷ. 힘을 가하면 변형되지 않고 잘 부서진다.

① ㄱ　② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

금속의 일반적인 광학적·전기적·열적·기계적 성질을 구별하고, 옳은 설명의 조합을 고르는 문제이다.

핵심 개념

금속은 자유전자가 빛과 상호작용하여 가시광선을 넓은 파장 범위에서 반사하므로 금속광택을 나타낸다. 또한 자유전자가 전하와 열에너지를 쉽게 운반하므로 일반적으로 전기 전도성과 열 전도성이 우수하다. 기계적으로는 힘을 받으면 바로 깨지기보다 소성변형하는 전성과 연성을 나타내는 경우가 많다.

선지별 해설

① X — ㄱ만을 고른 조합이다. ㄱ은 옳지만, 금속은 일반적으로 열 전도성과 전기 전도성도 우수하므로 ㄴ도 함께 포함해야 한다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
② O — ㄱ과 ㄴ을 고른 조합이다. 금속은 가시광선 영역의 빛을 넓게 반사하여 금속광택을 나타내고, 자유전자 때문에 열과 전기를 잘 전도하므로 두 설명이 모두 옳다.
③ X — ㄴ, ㄷ을 고른 조합이다. ㄴ은 옳지만 ㄷ의 '변형되지 않고 잘 부서진다'가 틀렸다. 올바르게는 금속은 일반적으로 힘을 받으면 소성변형하며 전성과 연성을 나타낸다. 따라서 ㄷ을 제외하고 ㄱ을 포함해야 한다.
④ X — ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 고른 조합이다. ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. 올바르게는 금속은 일반적으로 변형 없이 쉽게 부서지는 취성 재료가 아니라, 힘을 받으면 소성변형하는 전성과 연성을 가진다. 따라서 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

오답 포인트

금속이 단단하다는 인상 때문에 ㄷ의 '변형되지 않고 잘 부서진다'를 금속의 일반적 성질로 오인하기 쉽다.
단단함과 취성은 같은 성질이 아니며, 금속의 대표적인 기계적 성질은 전성과 연성이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

금속의 일반적 성질은 '금속광택, 우수한 열·전기 전도성, 전성·연성'으로 묶어 판단한다. '변형 없이 쉽게 파괴된다'는 표현이 나오면 금속의 일반적 성질과 반대되는 취성 설명으로 본다.

암기 포인트

금속은 빛을 반사하고, 열과 전기를 전도하며, 힘을 받으면 늘어나거나 펴진다.

NoteBase

19. <보기>는 소다회(탄산 나트륨)의 제조 공법 중 하나인 르블랑법에 따른 제조 과정 중 일부 반응식이다. (가)에 들어갈 물질로 가장 옳은 것은?

<보기>

$2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2\underline{\quad(가)\quad}$

① HCl ② CO_2

③ SO_4^{2-} ④ NaCl

정답 1번

출제 포인트

만하임법의 반응식에서 반응 전후의 원자 수가 같아지도록 빈칸의 생성물을 찾는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응식은 2NaCl + H_2SO_4 → Na_2SO_4 + 2(가)이다. 왼쪽에서 나트륨 2개와 황산 이온 부분은 Na_2SO_4를 이루고, 남은 수소 2개와 염소 2개는 계수 2가 붙은 물질을 이루어야 한다.

사용할 원리

화학 반응식에서는 원자의 종류와 수가 반응 전후에 보존된다. 따라서 남은 수소와 염소를 결합하면 2*HCl*이 되므로 (가)=HCl이다.

풀이 과정

1. 2*NaCl*에서 *Na* 2개와 *Cl* 2개를 확인한다.
2. H_2SO_4에서 *H* 2개와 SO_4 부분을 확인한다.
3. 생성물 Na_2SO_4에 *Na* 2개와 SO_4 부분이 사용되므로, 남은 *H* 2개와 *Cl* 2개는 2*HCl*이 된다.
4. 완성된 반응식은 $2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$이다.

선지 판단

① O — *HCl*을 넣으면 계수 2에 의해 수소와 염소가 각각 2개가 되어 반응식의 원자 수가 보존된다.

② X — CO_2에는 반응물에 없는 탄소가 포함되므로 생성될 수 없다. 올바르게는 *HCl*이다.

③ X — SO_4^{2-} 부분은 이미 Na_2SO_4에 포함되어 있고, 남은 수소와 염소를 설명하지 못한다. 올바르게는 *HCl*이다.

④ X — *NaCl*은 왼쪽의 반응물이며 빈칸에 다시 넣으면 생성물 쪽의 나트륨과 염소 수가 맞지 않는다. 올바르게는 *HCl*이다.

NoteBase

오답 포인트

빈칸 앞의 계수 2를 놓치거나, 황산 이온이 보인다는 이유만으로 ③을 고르기 쉽다. SO_4 부분은 이미 Na_2SO_4에 들어갔으므로 남은 원자는 수소와 염소이다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식의 빈칸 문제는 먼저 이미 완성된 생성물에 사용된 원자를 제외하고, 남은 원자의 종류와 수를 빈칸 앞의 계수까지 반영하여 맞춘다.

암기 포인트

만하임법의 핵심 반응식은 $2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$이다.

NoteBase

20. <보기>의 (가)와 (나)에 들어갈 산을 옳게 짝지은 것은?

<보기>

산의 종류	(가)	(나)
제법	접촉식 제조법이 가장 널리 사용되고 있다. 현재는 백금 촉매 대신 오산화 바나듐 촉매를 개발하여 사용하고 있다.	칠레 초석법, 아크 방전법 등이 있으나 최근에 가장 많이 제조되는 방법은 오스트발트법이다.
용도	금속 제련, 제강, 방직, 제지 등에 널리 사용되며 90~100%의 농도는 축전지에도 사용된다.	비료, 화약, 합성 섬유 등 다양한 분야의 화학 공업 원료로 이용된다.

	(가)	(나)		(가)	(나)
①	황산	질산	②	황산	염산
③	염산	질산	④	염산	황산

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 대표적인 무기산인 황산과 질산을 제조법, 촉매 및 용도로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

황산: 접촉식 제조법으로 만들며, 이산화황을 삼산화황으로 산화하는 단계에서 오산화바나듐(V_2O_5) 촉매를 사용한다. 금속·제강·방직·제지 및 축전지 등에 이용된다.
질산: 암모니아를 촉매 산화하는 오스트발트법이 현대의 대표적 제조법이다. 비료·화약·합성 섬유 등 여러 화학 공업의 원료로 이용된다.
결정적인 구별 기준은 '접촉식·오산화바나듐 → 황산(H_2SO_4)', '오스트발트법 → 질산(HNO_3)'이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — (가)의 접촉식 제조법과 오산화바나듐 촉매는 황산의 특징이고, (나)의 오스트발트법과 비료·화약 용도는 질산의 특징이므로 옳은 조합이다.
② X — (나)를 염산이라고 한 부분이 틀렸다. 오스트발트법으로 제조하는 산은 염산이 아니라 질산이므로 '황산—질산'으로 고쳐야 한다.
③ X — (가)를 염산이라고 한 부분이 틀렸다. 접촉식 제조법에서 오산화바나듐 촉매를 사용하는 산은 황산이므로 '황산—질산'으로 고쳐야 한다.
④ X — (가)를 염산, (나)를 황산이라고 한 두 부분이 모두 틀렸다. (가)는 황산이고 (나)는 질산이므로 '황산—질산'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

산의 일반적인 용도만 보고 판단하면 황산·질산·염산을 혼동하기 쉽다. 이 문항의 직접적인 판별 표지는 (가)의 '접촉식 제조법·오산화바나듐 촉매'와 (나)의 '오스트발트법'이다.

다시 나오면 이렇게 판단

제조법의 고유 명칭과 촉매를 먼저 확인한다. 접촉식과 오산화바나듐이 보이면 황산, 암모니아의 촉매 산화와 오스트발트법이 보이면 질산으로 판단한다.

암기 포인트

접촉식·V_2O_5는 황산, 오스트발트는 질산이다.

NoteBase