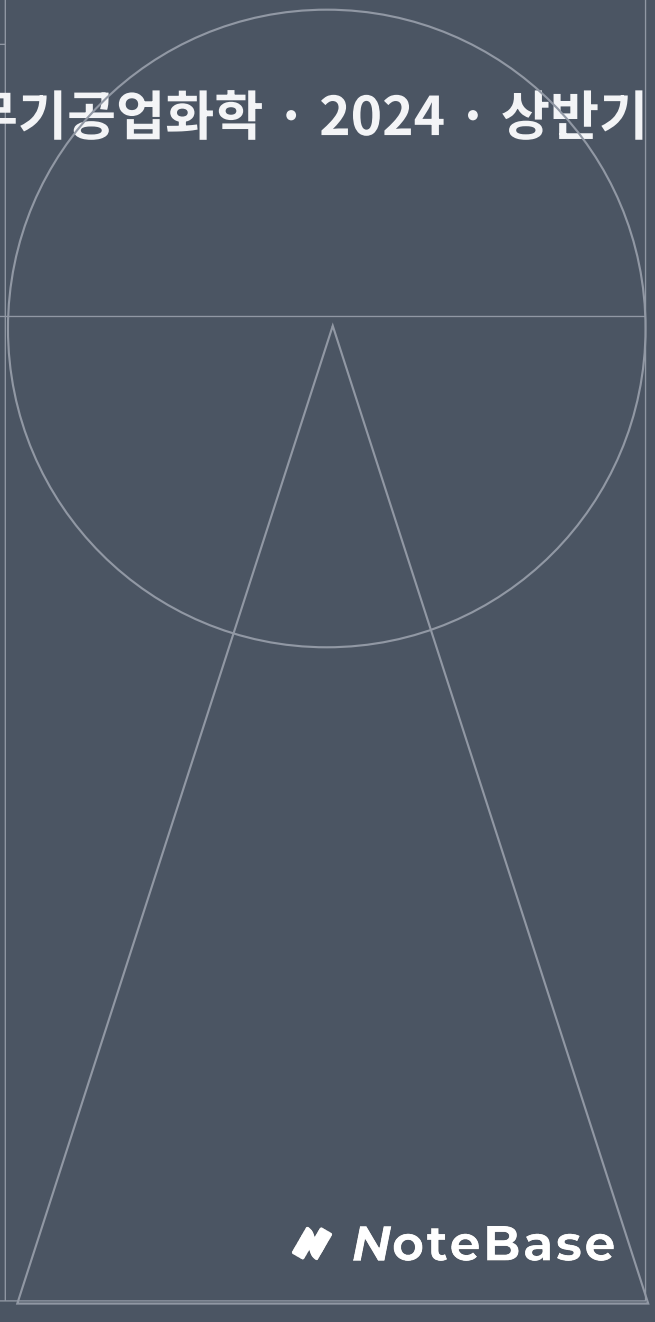
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2024 · 상반기



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2024 · 상반기

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2024 · 상반기

문 1. 다음 <보기>에서 비료에 대한 설명으로 옳은 것은 모두 몇 개인가?

<보기>
㉠ 비료의 3요소는 질소(N), 인(P), 칼륨(K)이다.
㉡ 용성인비는 산성 비료이므로 염기성 토양에 적합하다.
㉢ 배합비료는 비료의 3요소 중 두 가지 이상을 혼합한 것이다.
㉣ 인산비료는 광합성과 탄수화물의 축적, 단백질의 합성에 관여한다.

① 1개
② 2개
③ 3개
④ 4개

정답 2번

출제 포인트

비료의 3요소와 각 성분의 작용, 용성인비의 반응, 배합비료의 정의를 구분하여 옳은 보기의 개수를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

비료의 3요소는 질소(*N*), 인(*P*), 칼륨(*K*)이다. 용성인비는 알칼리성 인산비료이므로 산성 토양의 개량과 인산 공급에 적합하다. 배합비료는 비료의 3요소 가운데 두 가지 이상을 물리적으로 섞은 비료이다. 광합성 촉진, 탄수화물의 축적, 단백질 합성 촉진은 주로 칼륨의 작용에 해당한다. 따라서 ㉠과 ㉢만 옳고, 옳은 것은 모두 2개이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ‘1개’가 틀린 표현이다. ㉠과 ㉢이 옳으므로 올바른 개수는 2개이다.
② O — 옳은 보기는 ㉠과 ㉢으로 모두 2개이다. ㉡은 용성인비의 반응과 적용 토양을 반대로 서술했고, ㉣은 칼륨의 주요 작용을 인산비료의 작용으로 바꾸어 서술했다.
③ X — ‘3개’가 틀린 표현이다. ㉡과 ㉣이 틀리므로 올바른 개수는 2개이다.
④ X — ‘4개’가 틀린 표현이다. 네 보기 모두가 옳은 것이 아니라 ㉠과 ㉢만 옳으므로 올바른 개수는 2개이다.

오답 포인트

㉡은 ‘산성 비료-염기성 토양’을 한 묶음으로 제시해 방향을 뒤집은 함정이다. 용성인비는 알칼리성이며 산성 토양에 적합하다. ㉣은 인산과 칼륨의 기능을 바꾼 함정으로, 광합성·탄수화물 축적·단백질 합성 촉진은 칼륨의 대표 작용으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

개수형 문항에서는 각 보기를 먼저 독립적으로 O/X 판정한다. 비료 문제는 ‘3요소의 명칭’, ‘비료의 산·알칼리성 및 적용 토양’, ‘배합 기준’, ‘각 성분의 생리 작용’을 나누어 확인하면 된다.

암기 포인트

비료 3요소는 질소·인·칼륨, 용성인비는 알칼리성·산성 토양용, 광합성·탄수화물 축적·단백질 합성 촉진은 칼륨이다.

NoteBase

문 2. 다음 중 전기화학 반응에서 전류 효율을 구하는 식으로 가장 옳은 것은?

① (실제 전해 생성량)/(이론 전해 생성량)× 100

② (이론 분해 전압)/(전해 전압)× 100

③ (이론 전해 생성량)/(실제 전해 생성량)× 100

④ (전해 전압)/(이론 분해 전압)× 100

정답 1번

출제 포인트

전류 효율과 전압 효율의 정의를 구분하고, 효율식에서 실제량과 이론량의 위치를 판단하는 문제이다.

조건 정리

전류 효율은 흘려준 전기량으로부터 패러데이 법칙에 따라 계산한 이론 전해 생성량 중 실제로 얻은 생성량의 비율이다. 따라서 생성량을 비교해야 하며, 전압을 비교하는 식과 구분한다.

사용할 공식

전류 효율(\%)=실제 전해 생성량이론 전해 생성량× 100
실제 생성량이 이론적으로 생성될 수 있는 양의 얼마인지를 나타내므로 실제량을 분자, 이론량을 분모에 둔다.

선지 판단

① O — 실제 전해 생성량을 이론 전해 생성량으로 나눈 식이므로 전류 효율의 정의와 일치한다.
② X — 이론 분해 전압전해 전압× 100은 전압 효율을 나타내는 식이다. 틀린 표현인 전압의 비가 아니라, 전류 효율은 실제 전해 생성량이론 전해 생성량× 100으로 고쳐야 한다.
③ X — 실제량과 이론량의 분자·분모를 거꾸로 놓았다. 이론 전해 생성량실제 전해 생성량이 아니라 실제 전해 생성량이론 전해 생성량으로 고쳐야 한다.
④ X — 전해 전압을 이론 분해 전압으로 나눈 식은 전류 효율이 아니며, 전압 효율의 분자·분모도 거꾸로 되어 있다. 전압 효율이라면 이론 분해 전압전해 전압× 100이고, 전류 효율이라면 실제 전해 생성량이론 전해 생성량× 100이다.

오답 포인트

②와 ④는 생성량이 아니라 전압을 비교하여 전류 효율과 전압 효율을 혼동하게 만든다. ③은 전류 효율에 필요한 두 생성량을 사용하지만 실제량과 이론량의 분자·분모를 뒤바꾼 선지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

효율의 이름이 전류이면 전기량에 따른 실제 생성량과 이론 생성량을 비교한다. 효율은 실제로 얻은 양이 이론적 기준의 얼마인지를 나타내므로 실제량/이론량× 100의 순서로 판단한다.

암기 포인트

전류 효율은 생성량 기준이며, 실제 생성량을 이론 생성량으로 나눈다.

NoteBase

문 3. 다음 <보기>는 암모니아와 이산화탄소를 반응시켜 요소를 만드는 과정이다. 반응중간체의 물질로 가장 옳은 것은?

<보기>
$CO_2 + 2NH_3 \rightarrow$ 반응중간체
반응중간체 $\rightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$

① $NH_2NHCOOH$
② NH_4COONH_2
③ NH_3COONH_3
④ $NH_2OCH_2ONH_2$

정답 2번

출제 포인트

암모니아와 이산화탄소로 요소를 합성할 때 먼저 생성되는 암모늄 카바메이트의 구조식을 묻는 문제이다.

핵심 개념

암모늄 카바메이트는 암모늄 이온 NH_4^+과 카바메이트 이온 NH_2COO^-이 결합한 염이며, 전체 구조식은 NH_4COONH_2로 나타낸다. 이 중간체가 물 한 분자를 잃으면 요소 $CO(NH_2)_2$가 된다.

선지별 해설

① X — $NH_2NHCOOH$는 암모늄 이온과 카바메이트 이온으로 이루어진 구조가 아니다. 틀린 표현은 $NH_2NHCOOH$이며, 올바른 반응중간체는 NH_4COONH_2이다.
② O — NH_4COONH_2는 NH_4^+와 NH_2COO^-로 이루어진 암모늄 카바메이트이므로 요소 합성의 반응중간체에 해당한다.
③ X — NH_3COONH_3는 양쪽 질소에 수소를 각각 3개씩 배치하여 암모늄 카바메이트의 이온 구조를 잘못 나타낸 것이다. 틀린 표현은 NH_3COONH_3이며, 실제 구성은 NH_4^+와 NH_2COO^-, 즉 NH_4COONH_2이다.
④ X — $NH_2OCH_2ONH_2$는 카바메이트의 핵심인 $-NH_2COO^-$ 구조를 나타내지 않는다. 틀린 표현은 $NH_2OCH_2ONH_2$이며, 올바른 반응중간체는 NH_4COONH_2이다.

오답 포인트

③은 전체 원자 수만 맞춘 듯 보이지만 구조가 틀린 함정이다. 암모늄 쪽은 NH_4^+, 카바메이트 쪽은 NH_2COO^-이어야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

요소 합성 반응중간체를 물으면 먼저 $2NH_3 + CO_2 \rightarrow NH_2COONH_4$를 떠올리고, 이어서 탈수되어 요소와 물이 생성되는지를 확인한다.

암기 포인트

암모니아와 이산화탄소는 먼저 암모늄 카바메이트가 되고, 암모늄 카바메이트가 탈수되어 요소가 된다.

NoteBase

문 4. 다음 <보기>는 질산을 제조하기 위한 암모니아 산화법(ostwald 법)에 대한 설명이다. 옳은 것만을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ 암모니아 산화단계에서 Pt 촉매를 사용한다.
㉡ 농도가 68% 이하인 질산을 제조할 수 있다.
㉢ 공기 중에 방전을 일으켜 질소와 산소로부터 제조한다.
㉣ 암모니아 산화단계에서 생성된 NO기체를 물에 흡수시켜 질산을 제조한다.

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉣
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉣

정답 1번

출제 포인트

오스트발트법의 반응 순서와 촉매, 제조 가능한 질산의 농도를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

오스트발트법은 암모니아를 백금계 촉매로 산화하여 NO를 만들고, 이를 다시 산화한 NO_2를 물에 흡수시켜 질산을 제조하는 방법이다. 보통 약 68% 이하의 질산을 얻는다.
공기 중 방전으로 질소와 산소를 직접 반응시키는 방법은 오스트발트법이 아니라 전호법이다.

선지별 해설

① O — ㉠과 ㉡은 모두 옳다. 암모니아 산화에 Pt계 촉매를 사용하며, 오스트발트법으로 약 68% 이하의 질산을 제조할 수 있다.
② X — ㉠은 옳지만 ㉣의 '생성된 NO기체를 물에 흡수'가 틀리다. 올바르게는 NO를 먼저 NO_2로 산화한 다음 NO_2를 물에 흡수시켜 질산을 제조하므로, 옳은 조합은 ㉠, ㉡이다.
③ X — ㉡은 옳지만 ㉢의 '공기 중에 방전을 일으켜 제조'가 틀리다. 이는 질소와 산소를 직접 반응시키는 전호법의 설명이며, 오스트발트법은 암모니아의 촉매 산화에서 시작한다. 따라서 옳은 조합은 ㉠, ㉡이다.
④ X — ㉠과 ㉡은 옳지만 ㉣이 틀리다. NO를 그대로 물에 흡수시키는 것이 아니라 먼저 NO_2로 산화한 뒤 물에 흡수시킨다. 따라서 ㉣을 제외한 ㉠, ㉡이 옳다.

NoteBase

오답 포인트

㉣은 전체 공정을 짧게 표현하면서 NO와 NO_2를 바꾸어 놓은 함정이다. 암모니아 산화 직후 생기는 기체는 NO이지만, 물에 흡수되는 핵심 질소산화물은 그 NO를 산화하여 만든 NO_2이다.

다시 나오면 이렇게 판단

오스트발트법은 '암모니아 — Pt계 촉매 — NO — NO_2 — 물 흡수 — 질산'의 순서로 판단한다. '공기 중 방전'이 나오면 전호법으로, 'NO를 곧바로 물에 흡수'한다고 하면 잘못된 설명으로 구별한다.

암기 포인트

오스트발트법은 암모니아를 Pt계 촉매로 산화하고, NO를 NO_2로 바꾼 뒤 물에 흡수시킨다.

NoteBase

문 5. 다음 중 실리콘(Si)에 첨가해서 p-형 반도체를 제조할 수 있는 것은?

① 인(P)

② 비소(As)

③ 갈륨(Ga)

④ 비스무스(Bi)

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 실리콘에 첨가하는 불순물의 원자가전자 수에 따라 p형 반도체와 n형 반도체가 어떻게 구분되는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

순수한 실리콘은 원자가전자가 4개인 14족 원소이다. 실리콘에 원자가전자 3개인 13족 원소를 첨가하면 전자가 하나 부족한 결합이 생기며, 이 빈자리인 정공이 다수 운반자가 되는 p형 반도체가 만들어진다. 반대로 원자가전자 5개인 15족 원소를 첨가하면 남는 전자가 다수 운반자가 되는 n형 반도체가 만들어진다.

선지별 해설

① X — 인(P)은 원자가전자 5개인 15족 원소이므로 실리콘에 전자를 제공하는 주개 불순물이다. 따라서 p형이 아니라 n형 반도체를 만든다. 올바르게는 '인은 실리콘에 첨가하여 n형 반도체를 제조할 수 있다'이다.
② X — 비소(As)는 원자가전자 5개인 15족 원소로서 주개 불순물로 작용한다. 따라서 p형이 아니라 n형 반도체를 만든다. 올바르게는 '비소는 실리콘에 첨가하여 n형 반도체를 제조할 수 있다'이다.
③ O — 갈륨(Ga)은 원자가전자 3개인 13족 원소이다. 실리콘 결정에서 전자 하나가 부족한 결합, 즉 정공을 만들므로 받개 불순물로 작용하여 p형 반도체를 제조할 수 있다.
④ X — 비스무스(Bi)는 원자가전자 5개인 15족 원소이므로 주개 불순물로 작용한다. 따라서 p형이 아니라 n형 반도체를 만든다. 올바르게는 '비스무스는 실리콘에 첨가하여 n형 반도체를 제조할 수 있다'이다.

오답 포인트

원소 이름의 익숙함만으로 불순물을 고르면 인·비소·비스무스를 혼동하기 쉽다. 이 세 원소는 모두 15족이라 n형을 만들고, 선지 중 유일한 13족 원소인 갈륨만 p형을 만든다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 모재인 실리콘의 원자가전자 수 4를 기준으로 첨가 원소를 비교한다. 원자가전자 3개이면 정공이 생겨 p형, 5개이면 여분의 전자가 생겨 n형으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

13족은 정공을 만드는 p형, 15족은 전자를 주는 n형이다.

NoteBase

문 6. 다음 고도 하수처리방법 중 하나인 생물학적 질소 제거에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① NH_4^+ 이온의 질산화 반응에 산소가 참여한다.

② 질산화 반응에서 H^+ 생성으로 인하여 pH가 감소한다.

③ NH_4^+ 이온은 1단계에서 NO_3^-로, 2단계에서 NO_2^-로 변화된다.

④ 질산화 반응이 일어나는 동안 pH를 조절하기 위하여 $NaHCO_3$를 첨가할 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

생물학적 질산화의 두 단계에서 질소 화합물이 변하는 순서와 산소·알칼리도의 역할을 묻는 문제이다.

핵심 개념

질산화는 호기성 미생물이 암모늄 이온을 아질산 이온을 거쳐 질산 이온으로 산화하는 과정이다.
1단계: NH_4^+가 NO_2^-로 산화된다. 이때 산소가 소비되고 H^+가 생성된다.
2단계: NO_2^-가 NO_3^-로 산화된다.
따라서 전체 흐름은 $NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$이다. 생성된 H^+는 알칼리도를 소모하여 pH를 낮추므로 탄산수소나트륨 $NaHCO_3$으로 알칼리도를 보충할 수 있다.

선지별 해설

① O — 질산화는 암모늄 이온을 산화하는 호기성 반응이므로 산소가 전자수용체로 참여하고 소비된다.
② O — 암모늄 이온이 아질산 이온으로 산화되는 과정에서 H^+가 생성되어 알칼리도가 소모되고 pH가 감소한다.
③ X — 틀린 부분은 1단계와 2단계의 생성물을 서로 바꾼 것이다. 올바르게는 1단계에서 NH_4^+가 NO_2^-로, 2단계에서 NO_2^-가 NO_3^-로 변화된다.
④ O — $NaHCO_3$는 알칼리도를 공급하여 질산화 과정에서 생성되는 산을 중화하므로 pH 조절에 사용할 수 있다.

오답 포인트

③은 아질산 이온 NO_2^-과 질산 이온 NO_3^-의 생성 순서를 뒤바꾼 선지이다. 산화가 진행될수록 산소 수가 늘어나므로 NO_2^-가 먼저, NO_3^-가 나중에 생성된다.

다시 나오면 이렇게 판단

질산화 선지는 먼저 $NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$의 순서를 확인한 뒤, 산소 소비·$H^+$ 생성·pH 감소·알칼리도 보충의 연결 관계를 확인한다.

NoteBase

암기 포인트

질산화는 암모늄→아질산→질산, 산소는 소비되고 pH는 내려간다.

NoteBase

문 7. 다음 <보기> 중 수소(H_2)를 원료로 직접 사용하는 공정을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ MTG 공정
㉡ Haber-Bosch 공정
㉢ Fischer-Tropsch 공정
㉣ Hydroformylation 공정

① ㉠, ㉡
② ㉢, ㉣
③ ㉠, ㉡, ㉣
④ ㉡, ㉢, ㉣

정답 4번

출제 포인트

각 공정의 직접 원료를 구분하여 수소(H_2)가 반응물로 투입되는 공정을 판별하는 문제이다.

핵심 개념

㉠ MTG 공정: 메탄올을 가솔린 범위의 탄화수소로 전환하는 공정이며, 직접 원료는 메탄올이다.
㉡ Haber-Bosch 공정: 질소와 수소를 반응시켜 암모니아를 합성하는 공정이다. $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
㉢ Fischer-Tropsch 공정: 일산화탄소와 수소로 이루어진 합성가스를 탄화수소로 전환하는 공정이다.
㉣ Hydroformylation 공정: 알켄에 일산화탄소와 수소를 첨가하여 탄소 수가 하나 늘어난 알데하이드를 만드는 공정이다.
따라서 수소를 직접 사용하는 공정은 ㉡, ㉢, ㉣이다.

선지별 해설

① X — ㉠, ㉡: ㉠ MTG 공정을 포함하고 ㉢ Fischer-Tropsch 공정과 ㉣ Hydroformylation 공정을 제외한 점이 틀렸다. MTG 공정은 메탄올을 직접 원료로 사용하며, 올바른 조합은 ㉡, ㉢, ㉣이다.
② X — ㉢, ㉣: 수소를 직접 사용하는 ㉡ Haber-Bosch 공정을 제외한 점이 틀렸다. Haber-Bosch 공정에서도 수소가 질소와 함께 암모니아 합성의 직접 원료로 사용되므로 올바른 조합은 ㉡, ㉢, ㉣이다.
③ X — ㉠, ㉡, ㉣: ㉠ MTG 공정을 포함하고 ㉢ Fischer-Tropsch 공정을 제외한 점이 틀렸다. MTG 공정의 직접 원료는 메탄올이고, Fischer-Tropsch 공정은 일산화탄소와 수소를 직접 사용하므로 올바른 조합은 ㉡, ㉢, ㉣이다.
④ O — ㉡ Haber-Bosch 공정은 질소와 수소, ㉢ Fischer-Tropsch 공정은 일산화탄소와 수소, ㉣ Hydroformylation 공정은 알켄·일산화탄소·수소를 직접 원료로 사용한다.

NoteBase

오답 포인트

MTG 공정이 상류 단계에서 합성가스로 제조된 메탄올을 사용할 수 있다는 사실과, 해당 MTG 반응 단계에서 수소를 직접 원료로 쓰는지를 혼동하기 쉽다. 이 문항의 기준은 공정의 앞단까지 거슬러 올라간 간접 원료가 아니라 각 공정에 직접 투입되는 반응물이다.

다시 나오면 이렇게 판단

공정명마다 반응식의 왼쪽에 수소가 직접 들어가는지를 확인한다. Haber-Bosch는 $N_2 + H_2$, Fischer-Tropsch는 $CO + H_2$, Hydroformylation은 알켄+$CO + H_2$이고, MTG는 메탄올이 직접 원료이다.

암기 포인트

수소 직접 사용은 암모니아 합성(Haber-Bosch), 합성가스의 탄화수소화(Fischer-Tropsch), 알켄의 알데하이드화(Hydroformylation)이고, MTG는 메탄올에서 가솔린으로의 전환이다.

NoteBase

문 8. 다음 중 금속의 부식방지 방법으로 가장 옳지 않은 것은?

① 금속을 플라스틱으로 코팅한다.

② 금속에 페인트나 기름칠을 한다.

③ 보호하려는 금속을 합금으로 만든다.

④ 보호하려는 금속을 이온화 경향이 작은 금속으로 코팅한다.

정답 4번

출제 포인트

금속의 부식을 막는 물리적 차단, 합금화, 희생 금속 보호의 원리를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

물리적 차단은 금속 표면을 비금속 막으로 덮어 물과 산소의 접촉을 막는 방법이다. 합금화는 부식에 강한 성분을 첨가하여 금속 자체의 내식성을 높이는 방법이다. 희생 금속 보호는 보호 대상보다 이온화 경향이 큰 금속을 연결하거나 입혀 그 금속이 먼저 산화되게 하는 방법이다.

선지별 해설

① O — 플라스틱 피막은 금속과 물·산소의 접촉을 차단하므로 부식을 방지한다.
② O — 페인트나 기름막도 금속 표면을 물과 산소로부터 차단하므로 부식 방지에 이용된다.
③ O — 합금화로 금속 자체의 내식성을 높일 수 있다. 예를 들어 철에 크롬 등을 첨가한 스테인리스강은 표면에 보호성 피막이 형성되어 철보다 부식에 강하다.
④ X — 틀린 표현은 '이온화 경향이 작은 금속'이다. 코팅이 손상되어 두 금속이 전해질과 접촉하면 보호 대상 금속이 양극이 되어 더 쉽게 산화될 수 있다. 전기화학적으로 보호하려면 보호 대상보다 이온화 경향이 큰 금속을 사용하여 그 금속이 먼저 산화되게 한다.

오답 포인트

④의 이온화 경향이 작은 금속도 피막이 완전하면 물리적 차단 효과를 낼 수 있다는 점이 함정이다. 그러나 피막이 벗겨지거나 긁히면 보호 대상 금속의 부식이 촉진될 수 있으므로, 희생 금속을 이용한 확실한 전기화학적 보호 조건과 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

플라스틱·페인트·기름은 물과 산소를 막는 차단법, 합금은 재료 자체의 내식성 향상으로 판단한다. 금속 피복의 전기화학적 보호를 묻는 경우에는 보호 대상보다 이온화 경향이 큰 금속이 먼저 산화되는지를 확인한다.

NoteBase

암기 포인트

표면은 막고, 합금은 강하게 만들며, 희생 금속은 더 잘 산화되는 금속을 사용한다.

NoteBase

문 9. 다음 <보기>에서 전지 반응의 환원 전극에서 일어나는 반응으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

① $Zn(s) \rightarrow Zn^{+}(aq) + e^{-}$

② $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$

③ $Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$

④ $Cu^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Cu(s)$

정답 3번

출제 포인트

전체 전지 반응에서 전자를 얻어 환원되는 종을 찾아 환원 전극의 반쪽 반응을 결정하는 문제이다.

핵심 개념

산화는 전자를 잃는 반응이고, 환원은 전자를 얻는 반응이다. 주어진 반응에서 Zn은 산화수가 0에서 +2로 증가하여 산화되고, Cu^{2+}는 +2에서 0으로 감소하여 환원된다. 따라서 환원 전극에서는 $Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$가 일어난다.

선지별 해설

① X — $Zn(s) \rightarrow Zn^{+}(aq) + e^{-}$는 전자를 잃는 산화 반응일 뿐 아니라, 주어진 전체 반응의 생성물은 Zn^{+}가 아니라 Zn^{2+}이다. 올바른 아연의 반쪽 반응은 $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$이며 산화 전극에서 일어난다.
② X — $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$는 전체 반응에 맞는 반쪽 반응이지만 전자를 방출하는 산화 반응이다. 따라서 환원 전극이 아니라 산화 전극에서 일어난다.
③ O — Cu^{2+}가 전자 2개를 받아 $Cu(s)$가 되는 환원 반응이며, 전체 전지 반응에서 실제로 환원되는 반쪽 반응과 일치한다.
④ X — 주어진 전체 반응의 반응물은 Cu^{+}가 아니라 Cu^{2+}이고, 구리가 되기 위해 받아야 하는 전자 수도 1개가 아니라 2개이다. 올바른 반응은 $Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$이다.

오답 포인트

②는 전체 반응을 정확히 분해한 반쪽 반응이어서 정답처럼 보이지만, 전자가 생성물 쪽에 있으므로 산화 반응이다. 또한 ④처럼 구리 이온의 전하를 +2에서 +1로 바꾸면 전체 반응과 전자 수지가 맞지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전체 반응에서 산화수가 감소한 종을 먼저 찾고, 그 종이 전자를 반응물 쪽에서 받도록 반쪽 반응을 쓴다. 전자가 왼쪽에 있으면 환원, 오른쪽에 있으면 산화이다.

암기 포인트

환원은 전자 획득이다. 이 전지에서는 아연이 전자를 내놓고, Cu^{2+}가 전자 2개를 받는다.

NoteBase

문 10. 다음 중 접촉식 황산 제조법에서 사용되는 촉매인 오산화바나듐(V_2O_5)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 촉매독에 대한 저항성이 크다.

② 고온에서의 활성이 떨어진다.

③ 비표면적이 크다.

④ 내산성이 크다.

정답 2번

출제 포인트

접촉식 황산 제조에서 사용하는 오산화바나듐 촉매의 내피독성, 사용 온도, 표면적 및 내산성의 특징을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

오산화바나듐 촉매는 이산화황을 삼산화황으로 산화하는 반응에 쓰이는 고체 촉매이다. 백금 촉매보다 촉매독에 강하고 값이 저렴하며, 다공성 담체에 분산하여 큰 비표면적을 확보한다. 또한 황산 제조 공정의 산성 분위기와 비교적 높은 운전 온도에 견디지만, 저온에서는 활성이 충분하지 않아 적정 온도까지 가열해야 한다.

선지별 해설

① O — 오산화바나듐 촉매는 백금 촉매에 비해 비소 화합물 등의 촉매독에 대한 저항성이 크다. 다만 촉매독의 영향을 전혀 받지 않는다는 뜻은 아니다.
② X — 틀린 표현은 '고온에서의 활성이 떨어진다'이다. 오산화바나듐 촉매는 저온에서 활성이 낮고 비교적 높은 온도에서 활성이 확보된다. 올바르게는 '저온에서의 활성이 떨어진다'이다. 다만 지나친 과열은 소결 등으로 촉매를 열화시킬 수 있다.
③ O — 촉매 성분을 다공성 담체에 분산해 반응 기체와 접촉하는 면적을 넓히므로 비표면적이 크다.
④ O — 오산화바나듐계 촉매는 황산 제조의 산성 공정 분위기에서 사용할 수 있을 만큼 내산성이 크다.

오답 포인트

②의 '고온'을 '저온'과 바꾸어 놓은 것이 핵심 함정이다. 실제 공정에서 지나친 과열이 촉매 열화를 일으킬 수 있다는 사실과, 이 촉매가 저온에서 활성이 낮다는 기본 특성을 혼동하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

오산화바나듐 촉매의 장점은 백금보다 큰 내피독성, 큰 비표면적, 내산성으로 정리하고, 온도 특성은 '저온 활성 부족, 적정 고온에서 활성 확보'로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

오산화바나듐 촉매는 내피독성·큰 비표면적·내산성이 장점이고, 약점은 저온 활성이다.

NoteBase

문 11. 다음 중 인산에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 무색무취의 점성이 있는 액체로 비료와 금속표면 처리제, 공업용 세척제 등에 사용된다.

② 제조공정은 연소와 수화에 의해 제조하는 습식법과 인광석의 황산분해에 의해 제조하는 건식법으로 나눌 수 있다.

③ 습식법은 부생되는 석고의 조성에 따라 이수염법, 반수염법, 무수염법으로 나뉜다.

④ 건식법에서는 품질이 낮은 광석을 사용할 수 있으며, 불순물을 제거할 수 있어서 순도가 높은 인산을 얻을 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

인산 제조법에서 습식법과 건식법의 원료·반응 방식 및 생성 인산의 순도 차이를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

습식법은 인광석을 황산으로 분해하여 인산을 얻는 방법이며, 부산물로 생기는 황산칼슘의 수화 상태에 따라 공정을 구분한다.
건식법은 인광석을 전기로에서 환원하여 인을 얻고, 이를 연소·수화하여 인산을 만드는 방법이다. 불순물 분리가 쉬워 고순도 인산을 얻을 수 있다.
핵심 대비는 '황산분해=습식법, 인의 연소·수화=건식법'이다.

선지별 해설

① O — 인산은 순수한 상태에서 무색·무취의 점성 있는 액체이며, 비료 제조, 금속 표면 처리, 공업용 세척 등에 사용된다.
② X — 틀린 부분은 '연소와 수화에 의해 제조하는 습식법'과 '인광석의 황산분해에 의해 제조하는 건식법'이다. 두 제조법의 설명을 서로 바꾸었다. 올바르게는 연소와 수화에 의한 방법이 건식법이고, 인광석을 황산으로 분해하는 방법이 습식법이다.
③ O — 습식법은 부산물인 황산칼슘이 이수염, 반수염 또는 무수염 중 어느 형태로 생성되는지에 따라 이수염법·반수염법·무수염법으로 나뉜다.
④ O — 건식법에서는 인을 기체상으로 분리하는 공정을 거치므로 불순물을 제거하기 쉽고 고순도 인산을 얻을 수 있으며, 비교적 품질이 낮은 인광석도 사용할 수 있다.

오답 포인트

②는 두 공정의 핵심 반응을 정확히 뒤바꾼 선지이다. '습식'이라는 말만 보고 수화를 습식법과 연결하면 틀리기 쉽다. 습식법의 기준은 물의 사용 여부가 아니라 인광석을 황산으로 직접 분해한다는 점이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

인광석＋황산과 석고 부산물이 보이면 습식법으로, 인의 제조 후 연소·수화와 고순도 인산이 보이면 건식법으로 판단한다.

암기 포인트

습식은 황산분해·석고, 건식은 인의 연소·수화·고순도이다.

NoteBase

문 12. 다음 질소비료 중 암모니아를 원료로 하지 않는 비료로 가장 옳은 것은?

① 황산암모늄
② 요소
③ 질산암모늄
④ 석회질소

정답 4번

출제 포인트

질소비료별 공업적 제조 원료를 구별하고, 암모니아를 직접 원료로 사용하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

황산암모늄·요소·질산암모늄은 모두 암모니아를 직접 원료로 제조한다. 반면 석회질소의 주성분인 칼슘시안아미드 $CaCN_2$는 탄화칼슘 CaC_2에 질소 N_2를 고온에서 반응시켜 제조하므로 암모니아를 원료로 하지 않는다.

선지별 해설

① X — 황산암모늄은 암모니아를 황산으로 중화하여 제조한다. 따라서 '암모니아를 원료로 하지 않는 비료'라는 판단이 틀리며, 올바르게는 암모니아를 원료로 하는 비료이다.
② X — 요소는 암모니아와 이산화탄소를 반응시켜 중간체인 카바민산암모늄을 거쳐 제조한다. 따라서 '암모니아를 원료로 하지 않는다'가 틀리며, 올바르게는 암모니아를 직접 원료로 사용한다.
③ X — 질산암모늄은 암모니아와 질산의 중화 반응으로 제조한다. 따라서 '암모니아를 원료로 하지 않는 비료'가 아니라 암모니아를 원료로 하는 비료이다.
④ O — 석회질소는 탄화칼슘에 공기에서 분리한 질소를 고온에서 반응시켜 만든다. 제조 단계에서 암모니아를 원료로 사용하지 않으므로 문제의 조건에 해당한다.

오답 포인트

석회질소도 질소비료이므로 암모니아에서 만든다고 오인하기 쉽다. 그러나 비료의 분류가 아니라 제조 원료를 기준으로 판단해야 하며, 석회질소의 질소 원료는 암모니아가 아니라 분자상 질소이다.

다시 나오면 이렇게 판단

비료 이름을 제조 반응과 연결한다. 황산암모늄은 암모니아와 황산, 요소는 암모니아와 이산화탄소, 질산암모늄은 암모니아와 질산을 사용하고, 석회질소만 탄화칼슘과 질소를 사용한다.

NoteBase

암기 포인트

황안·요소·질안은 암모니아, 석회질소는 탄화칼슘과 질소이다.

NoteBase

문 13. 다음 <보기>의 반응식을 만족하는 연료전지에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>

$H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$

$\frac{1}{2}O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$

① 전해질로 안정화 지르코니아를 사용한다.

② 약 1,000 °C에서 작동한다.

③ 전극으로 세라믹 산화물을 사용한다.

④ 탄소지지체 위에 Raney 니켈과 은을 촉매로 사용한다.

정답 4번

출제 포인트

주어진 반응식에서 전해질을 통과하는 이온이 O^{2-}임을 확인하고, 고체산화물 연료전지(SOFC)의 전해질·작동 온도·전극 재료를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

고체산화물 연료전지는 안정화 지르코니아와 같은 고체 산화물 전해질을 통해 산화물 이온 O^{2-}이 이동하는 고온형 연료전지이다. 공기극에서 산소가 전자를 받아 O^{2-}이 되고, 이 이온이 전해질을 지나 연료극에서 수소와 반응하여 물과 전자를 만든다.

선지별 해설

① O — 안정화 지르코니아는 고온에서 산화물 이온 O^{2-}을 전도하므로 고체산화물 연료전지의 대표적인 전해질이다.

② O — 전통적인 고체산화물 연료전지는 전해질의 이온전도성을 확보하기 위해 약 1,000 °C의 고온에서 작동한다.

③ O — 고체산화물 연료전지의 공기극에는 페로브스카이트형 세라믹 산화물 등이 사용된다. 고온과 산화성 분위기에서 안정하면서 전극 반응을 수행할 수 있기 때문이다.

④ X — 틀린 표현은 '탄소지지체 위에 Raney 니켈과 은을 촉매로 사용한다'이다. 이는 고체산화물 연료전지의 대표적인 전극 구성이 아니다. 올바르게는 연료극에 니켈-안정화 지르코니아 서멧을, 공기극에 페로브스카이트형 세라믹 산화물을 사용한다.

NoteBase

오답 포인트

니켈과 은이 연료전지의 촉매로 쓰일 수 있다는 사실만 보고 ④를 고체산화물 연료전지의 구성으로 오인하기 쉽다. 그러나 이 문항에서는 O^{2-} 전도, 안정화 지르코니아, 고온 작동이라는 고체산화물 연료전지의 재료 체계를 함께 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식에서 이동 이온을 먼저 찾는다. O^{2-}이 이동하면 고체산화물 연료전지로 판단하고, 안정화 지르코니아 전해질·고온 작동·니켈계 서멧 연료극·세라믹 산화물 공기극을 연결한다.

암기 포인트

SOFC는 O^{2-} 전도, 안정화 지르코니아, 고온, 니켈계 서멧과 세라믹 산화물 전극이다.

NoteBase

문 14. 다음 <보기>는 흡착제, 촉매 및 세제 원료로 널리 사용되는 어떤 물질에 대한 설명이다. 이 물질의 기본구조에 포함되는 물질로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>
㉠ 결정성으로 규칙적인 세공과 채널을 가지고 있다.
㉡ 백금족 금속 촉매들의 지지체로 사용된다.
㉢ 골격 밖에 존재하는 양이온이 H^+이온으로 치환되면 브뢴스테드(Brønsted) 산점이 생성된다.

① 질소
② 알루미늄
③ 규소
④ 산소

정답 1번

출제 포인트

제올라이트의 규칙적인 세공 구조를 이루는 골격 원소가 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

제올라이트는 규소와 알루미늄이 각각 산소와 결합한 SiO_4, AlO_4 사면체가 산소 원자를 공유하며 연결된 결정성 알루미노실리케이트이다. 따라서 기본 골격을 이루는 원소는 규소, 알루미늄, 산소이며 질소는 포함되지 않는다. 골격의 음전하는 세공 안의 골격 외 양이온으로 보상되고, 이 양이온이 H^+으로 교환되면 브뢴스테드 산점이 형성된다.

선지별 해설

① X — 질소는 제올라이트의 기본 알루미노실리케이트 골격을 이루는 원소가 아니다. 틀린 표현은 '질소'이며, 올바르게는 '규소·알루미늄·산소가 기본 골격을 이룬다'이다. 따라서 가장 옳지 않은 것은 ①이다.
② O — 알루미늄은 AlO_4 사면체의 중심 원자로서 제올라이트 골격에 포함된다.
③ O — 규소는 SiO_4 사면체의 중심 원자로서 제올라이트 골격에 포함된다.
④ O — 산소는 SiO_4와 AlO_4 사면체를 연결하는 공유 원자로서 제올라이트 골격에 포함된다.

오답 포인트

제올라이트가 촉매 지지체와 이온 교환체로 쓰인다는 용도에 집중하면 골격 원소와 세공 안에 존재할 수 있는 성분을 혼동하기 쉽다. 이 문항은 용도가 아니라 알루미노실리케이트 골격의 구성 원소를 묻는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

‘제올라이트 기본 골격’이 나오면 SiO_4와 AlO_4 사면체의 연결 구조를 떠올리고, 규소·알루미늄·산소인지 확인한다. 골격 외 양이온은 전하를 보상하거나 이온 교환에 참여하지만 기본 골격 원소와는 구분한다.

암기 포인트

제올라이트 골격은 Si-Al-O이며, N은 골격 원소가 아니다.

NoteBase

문 15. 20 °C에서 NaCl포화용액을 이용하여 이온교환막법으로 NaOH제조시 Cl_2 35.5 g을 함께 얻을 수 있다. 10 A의 일정한 전류로 전기분해를 하였을 경우 총 소요시간은? (단, Faraday 상수는 96,500 C/mol이고, 원자량은 Na=23, Cl=35.5이며, 부반응은 일어나지 않는다고 가정한다)

① 965 초

② 1,980 초

③ 9,650 초

④ 19,800 초

정답 3번

출제 포인트

염소의 생성량으로부터 이동한 전자의 몰수와 총전하량을 구한 뒤, 전류의 정의 $I = Q/t$를 이용해 전기분해 시간을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 염소 $35.5g$, 전류 $10A$, Faraday 상수 $F = 96{,}500C/mol$
구해야 할 값: 전기분해 총 소요시간
주의할 조건: 염소 기체의 몰질량은 $2 \times 35.5 = 71g/mol$이고, 염소 1몰 생성에는 전자 2몰이 필요하다.

사용할 공식

양극 반응은 $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$이다.
$n(Cl_2) = \frac{m(Cl_2)}{M(Cl_2)}, \qquad n(e^-) = 2n(Cl_2)$
$Q = n(e^-)F, \qquad t = \frac{Q}{I}$
전기분해에서 생성물의 양은 이동한 전자의 양으로 결정되고, 일정한 전류는 단위 시간당 흐르는 전하량이므로 이 식들을 사용한다.

계산 과정

1. 염소의 몰수를 구한다.
$n(Cl_2) = \frac{35.5}{71} = 0.5mol$
2. 반응식에서 염소 1몰당 전자 2몰이 이동하므로 전자의 양은 $2 \times 0.5 = 1mol$이다.
3. 총전하량은 $Q = 1 \times 96{,}500 = 96{,}500C$이다.
4. $1A = 1C/s$이므로 소요시간은 다음과 같다.
$t = \frac{96{,}500C}{10C/s} = 9{,}650s$

NoteBase

선지 판단

① X — ‘965초’는 계산값보다 10배 작다. 올바른 소요시간은 9,650초이다.
② X — ‘1,980초’는 총전하량 96,500 C를 10 A로 나눈 값과 일치하지 않는다. 올바른 소요시간은 9,650초이다.
③ O — 염소 35.5 g의 생성에는 전자 1몰, 즉 96,500 C가 필요하며, 이를 10 A로 흘리는 시간은 9,650초이다.
④ X — ‘19,800초’는 계산값과 일치하지 않는다. 올바른 소요시간은 9,650초이다.

오답 포인트

염소 원자량 35.5를 그대로 몰질량으로 사용하면 안 된다. 생성물은 Cl_2이므로 몰질량은 $71 g/mol$이며, 양극 반응식의 전자 계수 2까지 반영해야 한다. 또한 전류가 C/s 단위이므로 시간은 총전하량을 전류로 나누어 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기분해 시간 문제는 생성물의 질량을 몰수로 변환하고, 반쪽 반응식의 전자 계수로 전자 몰수를 구한 뒤, $Q = nF$와 $t = Q/I$를 차례로 적용한다.

암기 포인트

질량 → 생성물 몰수 → 전자 몰수 → 전하량 $Q = nF$ → 시간 $t = Q/I$의 순서로 계산한다.

NoteBase

문 16. 다음 중 반도체 공정에서 주로 사용되는 화학기상증착법(CVD)에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 원료화합물을 기체상태로 반응기 내에 공급하여 기판표면에서 화학반응에 의해 박막이 형성된다.

② 다양한 특성의 박막을 원하는 두께로 성장이 가능하다.

③ 화합물의 박막 조성을 조절할 수 있다.

④ 일반적으로 물리적 증착공정에 비해 단차피복성(step coverage)이 떨어진다.

정답 4번

출제 포인트

화학기상증착법(CVD)의 박막 형성 원리와 조성·두께 제어 특성, 물리적 기상증착법(PVD)과 비교한 단차피복성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

CVD는 기체 상태의 원료를 반응기에 공급하고, 기판 표면에서 일어나는 화학반응으로 고체 박막을 형성하는 증착법이다. 기체 반응종이 구조물의 측면과 오목한 부분에도 도달할 수 있어 일반적으로 방향성이 강한 PVD보다 단차피복성이 우수하다.

선지별 해설

① O — CVD는 원료 화합물을 기체 상태로 반응기에 공급한 뒤 기판 표면의 화학반응을 통해 박막을 형성한다.
② O — 원료와 반응 조건을 선택하여 여러 특성의 박막을 만들 수 있고, 증착 시간과 증착 속도 등을 조절하여 원하는 두께로 성장시킬 수 있다.
③ O — 원료 기체의 종류와 공급 비율, 온도 등의 공정 조건을 조절하여 화합물 박막의 조성을 제어할 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '물리적 증착공정에 비해 단차피복성이 떨어진다'이다. 일반적으로 CVD는 기체 반응종이 복잡한 표면에 비교적 고르게 도달하므로 PVD보다 단차피복성이 우수하다.

오답 포인트

④는 CVD와 PVD의 일반적인 단차피복성 관계를 반대로 제시했다. PVD는 증착 입자의 진행 방향에 영향을 많이 받아 구조물의 측면이나 깊은 부분을 균일하게 덮기 어려운 반면, CVD는 표면 화학반응을 이용하여 비교적 균일한 피복이 가능하다.

다시 나오면 이렇게 판단

'기체 원료＋기판 표면의 화학반응'이면 CVD의 기본 원리로 판단한다. CVD와 PVD의 단차피복성을 비교할 때에는 일반적으로 CVD가 우수하고 PVD가 불리하다는 관계를 적용한다.

NoteBase

암기 포인트

CVD는 표면 화학반응, 조성·두께 제어, 우수한 단차피복성이 핵심이다.

NoteBase

문 17. 다음 <보기>에서 두 반쪽 전지를 결합하여 전지를 구성할 때 예상되는 기전력은?

<보기>

$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag(s) \quad E^\circ = 0.8V$

$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co(s) \quad E^\circ = -0.3V$

① +0.2 V

② +0.5 V

③ +1.1 V

④ +1.4 V

정답 3번

출제 포인트

두 반쪽 전지의 표준환원전위를 이용하여 표준 전지 전위(기전력)를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $E^\circ_{Ag^+/Ag} = +0.8V$, $E^\circ_{Co^{2+}/Co} = -0.3V$이다.
환원전위가 더 큰 Ag 전극이 환원되는 환원 전극(양극, cathode)이고, Co 전극은 역반응인 산화가 일어나는 산화 전극(음극, anode)이다.
구해야 할 값은 두 반쪽 전지를 결합한 전지의 표준 기전력이다.

사용할 공식

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$
표에 제시된 값이 모두 환원전위이므로, 환원이 일어나는 전극의 환원전위에서 산화가 일어나는 전극의 환원전위를 뺀다. 반쪽 반응의 전자 수를 맞추더라도 전극전위에는 계수를 곱하지 않는다.

계산 과정

Ag의 환원전위가 더 크므로 Ag 전극이 환원 전극이고 Co 전극이 산화 전극이다.
$E^\circ_{cell} = (+0.8V) - (-0.3V) = +1.1V$
따라서 예상되는 기전력은 $+1.1V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $+0.2V$는 $(+0.8V) - (-0.3V)$의 결과가 아니다. 올바른 값은 $+1.1V$이다.
② X — $+0.5V$는 Co의 환원전위에 붙은 음의 부호를 무시하고 $0.8 - 0.3$으로 계산할 때 나오는 값이다. 올바르게는 음수를 빼므로 $0.8 - (-0.3) = 1.1$이고, 기전력은 $+1.1V$이다.
③ O — 환원 전극의 전위에서 산화 전극의 환원전위를 빼면 $(+0.8) - (-0.3) = +1.1V$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $+1.4V$는 두 표준환원전위의 올바른 차가 아니다. 올바른 기전력은 $+1.1V$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 $-0.3V$를 빼는 과정이다. $0.8 - 0.3$이 아니라 $0.8 - (-0.3)$이므로 두 전위의 차는 $+1.1V$가 된다. 또한 Co 반쪽 반응의 전자 수가 2개라고 해서 전극전위 $-0.3V$에 2를 곱하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

표준환원전위가 더 큰 반쪽 반응을 환원 전극으로 정한 뒤, $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$에 부호까지 그대로 대입한다. 계산값이 양수이면 제시한 방향의 자발적인 전지 반응과도 일치한다.

암기 포인트

전지 기전력은 '큰 환원전위에서 작은 환원전위를 뺀 값'이며, 전극전위에는 반응식의 계수를 곱하지 않는다.

NoteBase

문 18. 다음 <보기> 중 흑연, 다이아몬드, 탄소나노튜브, 풀러렌에 대한 설명으로 옳은 것은 모두 몇 개인가?

<보기>
㉠ 흑연은 육각형의 고리로 이루어진 판상형 결정이다.
㉡ 흑연과 탄소나노튜브는 전기전도성을 가진다.
㉢ 풀러렌은 속이 비어있는 구형의 구조를 가진다.
㉣ 탄소동소체 관계이다.

① 1개
② 2개
③ 3개
④ 4개

정답 4번

출제 포인트

흑연, 다이아몬드, 탄소나노튜브, 풀러렌의 구조와 전기적 성질을 구분하고, 네 물질이 탄소의 동소체임을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

탄소 동소체는 같은 탄소 원소로 이루어졌지만 원자의 결합 방식과 배열이 달라 서로 다른 구조와 성질을 나타내는 물질이다.
흑연은 육각형 고리가 평면상에서 이어진 층상 결정이고, 다이아몬드는 탄소 원자가 입체적으로 연결된 그물 구조이다. 탄소나노튜브는 흑연의 한 층과 같은 탄소 육각망을 원통형으로 말아 놓은 구조이며, 풀러렌은 탄소 원자들이 닫힌 속 빈 구형 또는 우리 모양을 이루는 구조이다.

선지별 해설

① X — 옳은 설명은 ㉠ 하나가 아니라 ㉠~㉣ 네 개이다. 따라서 '1개'는 틀리며, 올바르게는 '4개'이다.
② X — ㉠의 흑연 구조, ㉡의 전기전도성, ㉢의 풀러렌 구조, ㉣의 동소체 관계가 모두 옳으므로 '2개'는 틀리다. 올바르게는 '4개'이다.
③ X — ㉣도 옳다. 흑연·다이아몬드·탄소나노튜브·풀러렌은 모두 탄소 원자로만 이루어졌으나 원자 배열이 다른 탄소 동소체이므로 '3개'가 아니라 '4개'이다.
④ O — ㉠ 흑연은 탄소의 육각형 고리가 이어진 판상형 층상 결정이다. ㉡ 흑연과 탄소나노튜브에는 이동 가능한 전자가 있어 전기전도성을 나타낸다. ㉢ 풀러렌은 속이 빈 닫힌 구형 구조를 가진다. ㉣ 네 물질은 모두 탄소의 동소체이다. 따라서 옳은 설명은 모두 4개이다.

NoteBase

오답 포인트

탄소나노튜브의 전기적 성질이 구조에 따라 달라질 수 있다는 사실 때문에 ㉡ 전체를 틀렸다고 판단하기 쉽다. 그러나 탄소나노튜브는 전자를 이동시킬 수 있어 전기전도성을 가지며, 문장의 일반적 진술은 옳다. 또한 모양이 크게 다른 네 물질도 모두 탄소 원소로 이루어진 동소체라는 점을 놓치면 ㉣을 제외하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 진술을 구조, 전기적 성질, 구성 원소의 세 기준으로 나누어 판단한다. 흑연은 평면 육각망의 층상 구조, 탄소나노튜브는 원통형 탄소 육각망, 풀러렌은 닫힌 속 빈 구조이며, 이들과 다이아몬드는 모두 탄소만으로 이루어진 동소체이다.

암기 포인트

흑연은 판, 나노튜브는 관, 풀러렌은 공, 다이아몬드는 입체 그물이며 모두 탄소 동소체이다.

NoteBase

문 19. 다음 중 지구환경에 영향을 미치는 물질에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 질소산화물(NOx)은 산성비의 원인 중 하나이다.

② 수소염화불화탄소(HCFC)의 대체물질로 사용되는 수소불화탄소(HFC)는 오존파괴지수(ODP)와 지구온난화지수(GWP)가 없다.

③ 이산화탄소(CO_2)의 지구온난화지수(GWP)는 메테인(CH_4)보다 낮다.

④ 이산화탄소(CO_2)는 지구온난화 기여도가 가장 높은 물질이다.

정답 2번

출제 포인트

산성비 원인 물질과 온실가스의 오존파괴지수(ODP)·지구온난화지수(GWP)·전체 온난화 기여도를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

오존파괴지수(ODP)는 물질이 성층권 오존층을 파괴하는 정도를 나타내고, 지구온난화지수(GWP)는 같은 질량의 기체가 일정 기간 동안 이산화탄소보다 얼마나 큰 온난화 효과를 내는지를 나타낸다. HFC는 염소를 포함하지 않아 ODP가 0이지만 온실가스이므로 GWP까지 0인 것은 아니다. 또한 물질의 GWP와 실제 배출량 등을 반영한 전체 온난화 기여도는 서로 다른 개념이다.

선지별 해설

① O — 질소산화물(NOx)은 대기 중에서 산화되어 질산을 형성할 수 있으므로 산성비의 원인 물질에 해당한다.
② X — 틀린 표현은 'HFC는 ODP와 GWP가 없다'이다. HFC는 오존층을 파괴하는 염소를 포함하지 않아 ODP는 0이지만, 적외선을 흡수하는 온실가스이므로 GWP는 0이 아니며 종류에 따라 큰 값을 가질 수 있다.
③ O — 이산화탄소의 GWP는 기준값인 1이고, 메테인의 GWP는 이보다 크므로 이산화탄소의 GWP가 더 낮다.
④ O — 이산화탄소는 단위 질량당 GWP가 메테인보다 작지만 배출량과 대기 중 축적량이 매우 커서 인위적 지구온난화에 대한 전체 기여도가 가장 크다.

오답 포인트

②는 HFC의 '오존층 비파괴' 성질을 '온난화 영향도 없음'으로 확대하는 함정이다. ODP가 0이라는 사실만으로 GWP도 0이라고 판단하면 안 된다. ③과 ④에서는 단위 질량당 상대 효과인 GWP와 실제 배출·축적을 반영한 전체 기여도를 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

냉매 대체물질은 먼저 염소 포함 여부로 ODP를 판단하고, 적외선 흡수에 따른 온실효과 여부로 GWP를 별도로 판단한다. 이어 GWP의 크기와 전체 온난화 기여도는 다른 지표임을 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

HFC는 ODP 0, GWP는 0이 아니다. 이산화탄소는 GWP 1의 기준물질이지만 전체 온난화 기여도는 가장 크다.

NoteBase

문 20. 다음 <보기>에서 금속들의 공통적인 특징으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>
Li, Na, Rb, Cs

① 공기 중에서 산소와 쉽게 반응한다.
② 물과 반응하여 염기성 수산화물을 생성한다.
③ 아이소프로필알코올 속에 보관하면 장기보관이 가능하다.
④ 불꽃반응에서 독특한 색을 낸다.

정답 3번

출제 포인트

Li, Na, Rb, Cs가 모두 1족 알칼리 금속이라는 점을 바탕으로 산소·물·알코올과의 반응성 및 불꽃반응을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

알칼리 금속은 최외각 전자 1개를 잃어 1가 양이온이 되기 쉽고 반응성이 큰 금속이다. 공기 중 산소 및 물과 쉽게 반응하며, 물과 반응하면 염기성 수산화물과 수소를 생성한다. 알코올과도 반응하여 알콕사이드와 수소를 생성하므로 알코올은 장기 보관액으로 적합하지 않다.

선지별 해설

① O — Li, Na, Rb, Cs는 모두 공기 중 산소와 쉽게 반응한다. 다만 생성되는 주된 산화물의 종류는 금속에 따라 달라질 수 있다.
② O — 이 금속들은 물과 반응하여 LiOH, NaOH, RbOH, CsOH와 같은 염기성 수산화물과 수소를 생성한다. 아래쪽 원소일수록 반응은 대체로 더 격렬하다.
③ X — 틀린 부분은 '아이소프로필알코올 속에 보관하면 장기보관이 가능하다'이다. 알칼리 금속은 아이소프로필알코올과도 반응하여 아이소프로폭사이드와 수소를 생성하므로 그 속에 보관할 수 없다. 실제로는 공기와 수분을 차단하는 석유계 보호액이나 밀봉된 불활성 분위기 등 금속에 맞는 방법으로 보관한다.
④ O — 알칼리 금속은 불꽃반응에서 고유한 색을 나타낸다. 대표적으로 Li는 진홍색, Na는 노란색, Rb는 적자색, Cs는 청자색 계열을 나타낸다.

오답 포인트

③은 아이소프로필알코올이 물보다 반응성이 약하다는 점을 '보관 가능'으로 바꾼 함정이다. 반응 속도가 상대적으로 느릴 수 있어도 알코올의 수소가 알칼리 금속으로 치환되는 반응이 일어나므로 장기 보관액이 될 수 없다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

알칼리 금속의 공통 성질을 묻는 경우 산소와 반응, 물과 반응하여 수산화물·수소 생성, 고유한 불꽃색은 옳은 특징으로 판단한다. 물뿐 아니라 알코올과도 수소를 발생시키며 반응하므로 '알코올 속 보관'이라는 표현은 틀린 것으로 판단한다.

암기 포인트

알칼리 금속은 산소·물·알코올과 반응하고, 물에서는 수산화물, 알코올에서는 알콕사이드를 만들며 모두 수소를 발생시킨다.

NoteBase