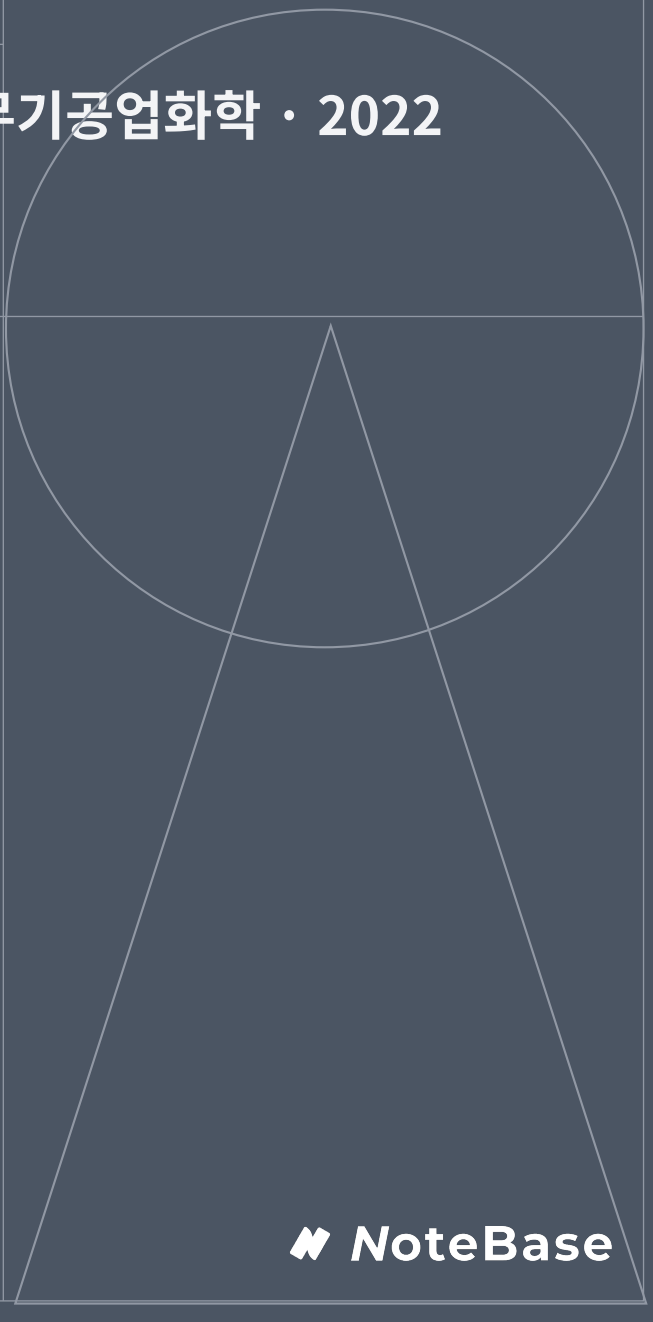
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2022



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2022

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2022

1. 산과 염기가 반응하여 물과 함께 생기는 물질인 염(salt)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
   ① $Mg(OH)Cl$은 염기성염으로 분류된다.
   ② 염과 물의 반응을 중화 반응이라고 한다.
   ③ 염의 종류에는 산성염, 염기성염, 중성염이 있다.
   ④ 염이 물에 녹아 생성된 이온이 물과 반응하여 수소 이온(H^+)을 내놓은 용액은 산성을 띠게 된다.

정답 2번

출제 포인트

염의 생성 반응인 중화 반응, 염의 조성에 따른 분류, 염의 가수분해에 따른 수용액의 산성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

중화 반응: 산과 염기가 반응하여 염과 물을 생성하는 반응이다.
염의 조성에 따른 분류: 이온화할 수 있는 수소를 남긴 산성염, 수산화기를 남긴 염기성염, 이러한 수소나 수산화기를 남기지 않은 중성염으로 구분한다.
염의 가수분해: 염에서 생긴 이온이 물과 반응하는 현상이며, 이 과정에서 H^+가 생성되면 용액은 산성을 띤다.
염의 조성에 따른 산성염·염기성염이라는 명칭과 염 수용액의 실제 산성·염기성은 서로 다른 분류 기준이다.

선지별 해설

① O — $Mg(OH)Cl$은 수산화기 OH를 포함한 염이므로 조성상 염기성염으로 분류된다.
② X — 틀린 표현은 '염과 물의 반응을 중화 반응이라고 한다'이다. 중화 반응은 산과 염기가 반응하여 염과 물을 생성하는 반응이다. 염의 이온이 물과 반응하는 것은 가수분해라고 한다.
③ O — 염은 조성에 따라 산성염, 염기성염, 중성염으로 분류할 수 있다.
④ O — 염이 물에 녹아 생긴 이온이 물과 가수분해하여 H^+를 생성하면 수용액의 수소 이온 농도가 증가하므로 산성을 띤다.

NoteBase

오답 포인트

②는 '염과 물'이라는 생성물 표현을 반응물처럼 바꾸어 놓은 선지이다. 산과 염기에서 염과 물이 생기는 반응은 중화이고, 이미 생성된 염의 이온이 물과 반응하는 현상은 가수분해이다. 또한 염기성염이라는 조성상의 명칭만으로 그 염의 수용액이 반드시 염기성이라고 판단해서는 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응 전후의 물질을 먼저 확인한다. '산 + 염기 → 염 + 물'이면 중화 반응이고, '염의 이온 + 물'이면 가수분해이다. 염의 분류를 묻는 경우에는 화학식에 이온화 가능한 수소나 수산화기가 남아 있는지를 확인하고, 수용액의 액성은 가수분해로 생성되는 이온을 따로 판단한다.

암기 포인트

산과 염기는 중화하여 염과 물을 만들고, 염의 이온은 물과 가수분해한다.

NoteBase

2. 〈보기 1〉은 산 염기 반응 (가), (나)의 화학 반응식이다. (가), (나)에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기 2〉에서 모두 고른 것은?

〈보기 1〉

(가) $HCO_3^- + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 + OH^-$

(나) $HCO_3^- + H_2O \rightleftarrows CO_3^{2-} + H_3O^+$

〈보기 2〉

ㄱ. (가)에서 HCO_3^-의 짝산은 OH^-이다.

ㄴ. (나)에서 HCO_3^-은 브뢴스테드-로리 산이다.

ㄷ. HCO_3^-, H_2O는 양쪽성 물질이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

산·염기 반응에서 양성자 H^+를 주는 종과 받는 종을 구별하고, 짝산·짝염기 및 양쪽성 물질을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

브뢴스테드-로리 산은 H^+를 주는 물질이고, 브뢴스테드-로리 염기는 H^+를 받는 물질이다. 짝산은 염기가 H^+를 하나 받은 종이고, 짝염기는 산이 H^+를 하나 내놓은 종이다.

반응 (가)에서 HCO_3^-는 H^+를 받아 H_2CO_3가 되므로 염기로 작용하고, H_2O는 H^+를 주어 OH^-가 되므로 산으로 작용한다. 따라서 짝산·짝염기 쌍은 HCO_3^-/H_2CO_3, H_2O/OH^-이다.

반응 (나)에서 HCO_3^-는 H^+를 주어 CO_3^{2-}가 되므로 산으로 작용하고, H_2O는 H^+를 받아 H_3O^+가 되므로 염기로 작용한다. HCO_3^-와 H_2O는 반응에 따라 산과 염기 모두로 작용할 수 있는 양쪽성 물질이다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳으므로 'ㄱ, ㄴ' 조합은 옳지 않다. ㄱ의 잘못된 부분은 OH^-를 HCO_3^-의 짝산이라고 한 것이다. 올바르게는 HCO_3^-의 짝산이 H_2CO_3이고, OH^-는 H_2O의 짝염기이다. 따라서 옳은 조합은 'ㄴ, ㄷ'이다.

② X — ㄱ은 틀리고 ㄷ은 옳으므로 'ㄱ, ㄷ' 조합은 옳지 않다. 올바르게는 ㄱ을 제외하고, 반응 (나)에서 HCO_3^-가 산으로 작용한다는 ㄴ을 포함한 'ㄴ, ㄷ'이다.

③ O — ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다. 반응 (나)에서 HCO_3^-는 H^+를 주므로 브뢴스테드-로리 산이고, HCO_3^-와 H_2O는 각각 산과 염기 양쪽으로 작용할 수 있다.

④ X — ㄱ이 틀렸으므로 'ㄱ, ㄴ, ㄷ' 전체를 옳다고 할 수 없다. 올바르게는 ㄱ을 제외한 'ㄴ, ㄷ'만 옳다.

NoteBase

오답 포인트

반응식의 같은 쪽에 있는 HCO_3^-와 OH^-를 짝산·짝염기 쌍으로 착각하기 쉽다. 짝산과 짝염기는 반드시 H^+ 하나만큼 차이나야 한다. (가)에서 HCO_3^-에 H^+를 더하면 H_2CO_3이므로, OH^-는 그 짝산이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 반응에서 먼저 H^+의 이동을 표시한다. H^+를 받으면 염기, 주면 산으로 판단하고, 한 물질이 서로 다른 반응에서 두 역할을 모두 하면 양쪽성 물질로 판단한다. 짝산·짝염기는 화학식이 H^+ 하나만큼만 다른지도 함께 확인한다.

암기 포인트

H^+를 주면 산, 받으면 염기이며, HCO_3^-와 H_2O는 둘 다 양쪽성 물질이다.

NoteBase

3. 〈보기〉의 황산 제조 공정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

〈보기〉

황산 제조공정은 각종 원료로부터 다음과 같이 3개 공정으로 되어 있다.

[1단계]	이산화황 제조 공정
⬇	
[2단계]	이산화황을 삼산화황으로 산화하는 전화 공정
⬇	
[3단계]	삼산화황을 진한 황산에 흡수시키는 흡수 공정

① 1단계는 황을 연소시키거나 금속황화물광을 배소하여 제조된다.

② 질산식 제조법에는 장치의 형식에 따라 연실식, 반탑식, 탑식 3종류가 포함된다.

③ 2단계에서 고체 촉매로 오산화바나듐 촉매가 사용될 수 있다.

④ 2단계에서 기체 촉매(산화질소)를 사용하는 방식을 접촉식이라고 한다.

정답 4번

출제 포인트

황산 제조의 3단계 흐름과 이산화황을 삼산화황으로 산화하는 방식에서 접촉식과 질산식을 구별하는 문제이다.

올바른 순서

1. 이산화황 제조 — 황을 연소시키거나 금속 황화물 광석을 배소하여 이산화황을 만든다.
2. 이산화황의 산화 — 이산화황을 산화하여 삼산화황으로 전환한다. 접촉식에서는 오산화바나듐과 같은 고체 촉매를 사용한다.
3. 삼산화황의 흡수 — 삼산화황을 진한 황산에 흡수시킨다.

왜 이 순서인가: 1단계에서 만든 이산화황이 2단계의 반응물이고, 2단계에서 생성된 삼산화황이 3단계의 흡수 대상이기 때문이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 1단계는 이산화황 제조 공정이다. 황을 연소시키거나 금속 황화물 광석을 배소하면 이산화황을 얻을 수 있으므로 옳다.
② O — 질산식은 장치 형식에 따라 연실식, 반탑식, 탑식으로 구분되므로 옳다.
③ O — 2단계의 이산화황 산화에는 오산화바나듐과 같은 고체 촉매를 사용할 수 있으므로 옳다.
④ X — '기체 촉매인 산화질소를 사용하는 방식을 접촉식이라고 한다'는 부분이 틀렸다. 올바르게는 산화질소 등 질소산화물을 이용하는 방식은 질산식이고, 오산화바나듐과 같은 고체 촉매의 표면에 반응 기체를 접촉시키는 방식이 접촉식이다.

오답 포인트

④는 촉매가 반응 기체와 접촉한다는 말만 보고 산화질소를 사용하는 방식까지 접촉식으로 혼동하게 만든다. 접촉식의 핵심은 고체 오산화바나듐 촉매이고, 기체상 질소산화물을 이용하는 방식은 질산식이다.

다시 나오면 이렇게 판단

황산 제조 공정은 이산화황 생성 → 삼산화황으로 산화 → 진한 황산에 흡수의 순서로 판단한다. 산화 단계의 방식은 고체 오산화바나듐 촉매이면 접촉식, 질소산화물을 이용하면 질산식으로 구분한다.

암기 포인트

접촉식은 고체 오산화바나듐, 질산식은 질소산화물이다.

NoteBase

4. 〈보기〉에서 설명하는 원소들의 족수는?

〈보기〉

- 수돗물의 소독에 사용된다.
- 상처나 피부를 소독하는 데 사용된다.
- 충치 예방으로 주로 치약에 사용된다.
- 사진 필름의 감광제에 사용된다.

① 1 ② 2
③ 17 ④ 18

정답 3번

출제 포인트

수돗물 소독, 피부 소독, 충치 예방, 사진 필름 감광제라는 대표 용도를 통해 할로젠 원소의 족을 판별하는 문제이다.

핵심 개념

할로젠은 주기율표 17족 원소이다. 보기의 용도는 각각 염소의 수돗물 소독, 아이오딘의 상처·피부 소독, 플루오린 화합물인 플루오린화물의 충치 예방, 브로민 화합물인 브로민화 은의 사진 필름 감광 작용에 대응한다. 따라서 네 원소는 모두 17족으로 묶인다.

선지별 해설

① X — 1족은 알칼리 금속의 족이므로 보기의 용도에 해당하지 않는다. 틀린 족수 1은 17로 고쳐야 한다.
② X — 2족은 알칼리 토금속의 족이므로 보기의 원소들을 묶을 수 없다. 틀린 족수 2는 17로 고쳐야 한다.
③ O — 염소, 아이오딘, 플루오린, 브로민은 모두 할로젠이며 주기율표 17족 원소이다.
④ X — 18족은 비활성 기체의 족이므로 보기의 원소들이 속한 족이 아니다. 틀린 족수 18은 17로 고쳐야 한다.

오답 포인트

보기에는 원소 이름이 직접 제시되지 않고 원소 또는 그 화합물의 용도만 제시되어 있다. 특히 치약에는 플루오린 원소 자체가 아니라 플루오린화물이, 사진 필름에는 브로민 원소 자체가 아니라 브로민화 은과 같은 감광 물질이 사용된다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

소독의 염소·아이오딘, 충치 예방의 플루오린화물, 사진 감광의 브로민화 은을 떠올린 뒤 공통 원소족인 할로젠 17족으로 연결한다.

NoteBase

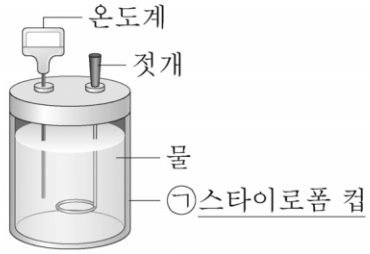
암기 포인트

소독·불소 치약·브로민화 은 사진은 할로젠 17족이다.

NoteBase

5. 〈보기 1〉은 염화칼슘($CaCl_2$)이 물에 용해되는 반응에서 출입하는 열을 측정하는 장치와 용해 전후 온도에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기 2〉에서 모두 고른 것은?

〈보기 1〉



- 용해 전 물의 온도 : t_1[℃]
- 용해 후 수용액의 최고 온도 : t_2[℃]
- $t_2 > t_1$

〈보기 2〉

ㄱ. ㉠은 열량계 내부와 외부 사이의 열의 출입을 막기 위해 사용된다.
ㄴ. $CaCl_2$이 물에 용해되는 반응은 흡열 반응이다.
ㄷ. $CaCl_2$이 물에 용해될 때 열을 방출한다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 스타이로폼 컵의 단열 역할과 용해 전후의 온도 변화로 염화칼슘의 용해가 발열인지 흡열인지를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

열량계는 반응에서 출입하는 열을 주변 물질의 온도 변화로 측정하는 장치이다. 스타이로폼 컵은 열량계 내부와 외부 사이의 열 출입을 줄이는 단열재이다.
발열 반응은 반응계가 주위로 열을 방출하여 주변 용액의 온도를 높이는 반응이고, 흡열 반응은 주위에서 열을 흡수하여 주변 용액의 온도를 낮추는 반응이다. 이 문항에서는 $t_2 > t_1$이므로 수용액의 온도가 상승하였고, 염화칼슘의 용해는 발열 반응이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. $t_2 > t_1$이므로 염화칼슘의 용해는 흡열 반응이 아니라 발열 반응이다. 따라서 옳은 설명의 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
② O — ㄱ의 스타이로폼 컵은 외부와의 열 출입을 줄이고, ㄷ의 염화칼슘 용해는 수용액의 온도를 높이므로 열을 방출하는 발열 과정이다.
③ X — ㄴ의 '흡열 반응'이 틀렸고, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. 올바르게는 염화칼슘의 용해가 발열 반응이며 옳은 설명은 ㄱ, ㄷ이다.
④ X — ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ의 '흡열 반응'은 틀리다. 올바르게는 염화칼슘이 물에 용해될 때 열을 방출하는 발열 반응이므로 ㄱ, ㄷ만 옳다.

오답 포인트

용질이 물에 녹는 모든 과정이 흡열이라고 생각하면 ㄴ을 고르기 쉽다. 이 문항에서는 물질의 일반적 이미지가 아니라 실제 측정 결과인 $t_2 > t_1$을 기준으로 판단해야 한다. 온도가 오른 대상은 수용액이므로 용해 과정이 수용액에 열을 방출한 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 단열재가 외부와의 열 출입을 줄인다는 점을 확인한다. 이어서 용해 후 최고 온도와 용해 전 온도를 비교한다. $t_2 > t_1$이면 수용액이 열을 받아 따뜻해졌으므로 용해는 발열이고, $t_2 < t_1$이면 수용액이 열을 빼앗겨 차가워졌으므로 용해는 흡열이다.

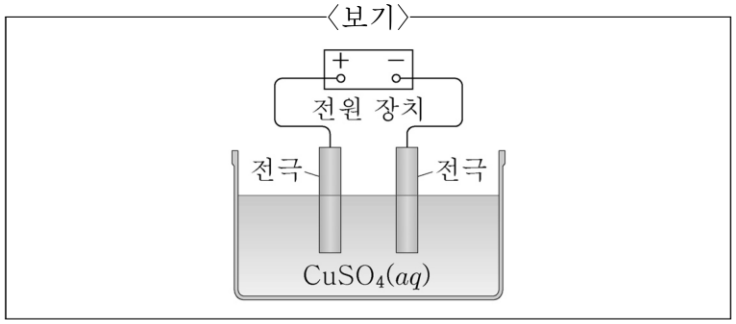
암기 포인트

단열컵은 외부 열 출입 억제, 용액 온도 상승은 용해 발열이다.

NoteBase

6. 〈보기〉의 황산 구리 수용액($CuSO_4(aq)$) 전기 분해 장치의 (+)극에서 일어나는 반응은?

〈보기〉



① $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

② $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

③ $4H_2O + 4e^- \rightarrow 2H_2 + OH^-$

④ $SO_4^{2-} + H_2O + 2e^- \rightarrow SO_3^{2-} + 2OH^-$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전원 장치의 (+)단자에 연결된 전극이 산화가 일어나는 양극임을 파악하고, 황산 구리 수용액에서 양극의 물 산화 반응을 고르는 문제이다.

선지별 해설

① O — $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$는 물이 전자를 잃고 산소로 되는 산화 반응이다. 전자를 생성하므로 (+)극인 양극에서 일어난다.

② X — $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$는 구리 이온이 전자를 받아 구리로 석출되는 환원 반응이므로 (-)극인 음극에서 일어난다. 올바르게는 '음극에서 일어나는 반응'이다.

③ X — 물이 전자를 받아 수소를 만드는 환원 반응이므로 (+)극 반응이 아니다. 또한 제시된 식은 수산화 이온의 계수가 빠져 균형이 맞지 않는다. 올바른 반응식은 $4H_2O + 4e^- \rightarrow 2H_2 + 4OH^-$이며, 이는 음극 반응이다.

④ X — SO_4^{2-}가 전자를 받아 SO_3^{2-}로 되는 반응은 환원 반응이므로 (+)극에서 일어날 수 없다. 황산 구리 수용액의 양극에서는 황산 이온의 환원 대신 물이 산화되어 산소가 발생한다. 올바르게는 $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$이다.

오답 포인트

전원 장치의 (+)극을 양이온이 환원되는 곳으로 혼동하기 쉽다. 전기 분해에서 (+)극은 양극이며 산화가 일어난다. 따라서 반응식의 전자가 생성물 쪽에 있는지를 먼저 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전기 분해 장치에서는 (+)극을 양극·산화로 연결한다. 반쪽 반응식에서 전자가 오른쪽에 있으면 산화 반응, 왼쪽에 있으면 환원 반응이므로 (+)극의 반응은 전자가 오른쪽에 있는 식에서 찾는다.

암기 포인트

전기 분해의 (+)극은 양극·산화, (-)극은 음극·환원이다.

NoteBase

7. 〈보기〉에서 설명하는 물질의 화학식으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

- 일반적으로 석고라 하며, 백색 가루의 결정으로 물에 녹기 어렵다.
- 120℃ 정도로 가열하면 일부 결정수를 잃어 소석고가 되며 석고상이나 병원에서 석고붕대의 원료가 된다.
- 200℃ 이상 가열하면 결정수를 잃어 무수 석고가 되며 분필 등의 원료가 된다.

① $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ② $CaCO_3 \cdot 2H_2O$

③ $MgSO_4 \cdot 5H_2O$ ④ $MgCO_3 \cdot 5H_2O$

정답 1번

출제 포인트

석고의 화학식과 가열에 따른 결정수의 단계적 손실을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

석고는 황산칼슘 이수화물인 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$이다. 약 $120^\circ C$로 가열하면 결정수의 일부를 잃어 반수석고 $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$가 되고, $200^\circ C$ 이상으로 가열하면 결정수를 더 잃어 무수석고 $CaSO_4$가 된다.

선지별 해설

① O — $CaSO_4 \cdot 2H_2O$는 황산칼슘 이수화물로, 보기에서 설명한 일반적인 석고의 화학식이다.

② X — 틀린 부분은 탄산염인 $CaCO_3$를 쓴 것이다. 석고는 탄산칼슘 수화물이 아니라 황산칼슘 이수화물 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$이다.

③ X — 틀린 부분은 양이온을 Mg^{2+}로 쓰고 결정수를 5개로 나타낸 것이다. 석고의 올바른 화학식은 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$이며, 황산마그네슘 수화물은 석고가 아니다.

④ X — 틀린 부분은 마그네슘 탄산염 수화물 $MgCO_3 \cdot 5H_2O$로 나타낸 것이다. 석고는 칼슘의 황산염 이수화물 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$이다.

오답 포인트

선지들은 칼슘과 마그네슘, 황산염과 탄산염, 결정수의 개수를 서로 바꾸어 놓았다. 보기의 '석고'와 '가열하면 반수석고·무수석고가 된다'는 단서를 함께 보면 ①로 좁혀진다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 석고의 기본식 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$을 확인한 뒤, 가열에 따라 이수화물 → 반수화물 → 무수물이 되는지를 판단한다. 양이온은 칼슘, 음이온은 황산 이온이라는 두 조건도 함께 확인한다.

NoteBase

암기 포인트

석고는 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, 소석고는 $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$, 무수석고는 $CaSO_4$이다.

NoteBase

8. 폐수 속의 유해중금속인 6가 크로뮴을 비교적 안정하고 인체에 무해한 3가 크로뮴으로 환원 처리하는 데 사용되는 물질은?

① 수산화칼슘 ② 황산마그네슘
③ 황산제일철 ④ 탄산칼륨

정답 3번

출제 포인트

6가 크로뮴을 3가 크로뮴으로 바꾸는 환원제와 단순한 중화·pH 조절제를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

6가 크로뮴의 환원 처리에는 전자를 줄 수 있는 환원제가 필요하다. 황산제일철의 철(II) 이온 Fe^{2+}은 철(III) 이온 Fe^{3+}으로 산화되면서 6가 크로뮴을 독성이 훨씬 낮은 3가 크로뮴 Cr^{3+}으로 환원한다. 산성 조건에서의 대표 반응은 $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$이다.

선지별 해설

① X — 수산화칼슘을 6가 크로뮴의 환원제로 보는 것이 틀리다. 수산화칼슘은 주로 산성 폐수의 중화와 pH 조절에 쓰이며, 올바른 환원제는 황산제일철이다.
② X — 황산마그네슘의 마그네슘 이온은 이 처리에서 6가 크로뮴에 전자를 주는 환원제가 아니다. 올바르게는 철(II) 이온을 제공하는 황산제일철을 사용한다.
③ O — 황산제일철은 Fe^{2+}을 제공하며, 이 이온이 Fe^{3+}으로 산화되는 동안 6가 크로뮴이 3가 크로뮴으로 환원된다.
④ X — 탄산칼슘을 6가 크로뮴의 환원제로 보는 것이 틀리다. 탄산칼슘은 산을 중화하고 pH를 조절하는 물질이며, 올바른 환원제는 황산제일철이다.

오답 포인트

폐수 처리에 쓰이는 물질이라는 공통점 때문에 중화제인 수산화칼슘·탄산칼슘과 환원제인 황산제일철을 혼동하기 쉽다. 이 문항의 핵심 표현은 '6가에서 3가로 환원'이다.

다시 나오면 이렇게 판단

산화수가 6가에서 3가로 낮아지는 처리에서는 전자를 제공할 수 있는 성분을 찾는다. 선지에 철(II) 염인 황산제일철이 있으면 $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$의 산화와 크로뮴의 환원을 연결해 판단한다.

암기 포인트

6가 크로뮴 환원은 황산제일철, $Cr(VI) \rightarrow Cr(III)$과 $Fe(II) \rightarrow Fe(III)$을 짝으로 기억한다.

NoteBase

9. 〈보기〉에서 설명하는 탄소 재료는?

〈보기〉

- 탄소 원자들이 2차원 평면을 이루고 있다.
- 탄소 원자들이 육각형의 벌집 구조를 이루고 있다.
- 전기 전도도는 구리의 100배 이상이고, 늘리거나 구부려도 전기적 성질을 잃지 않는다.
- 빛에 대한 투과율이 매우 커서 투명 디스플레이로 이용된다.

① 흑연 ② 풀러렌
③ 탄소 나노 튜브 ④ 그래핀

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 탄소 동소체의 차원과 결합 구조를 바탕으로 그래핀의 성질을 식별하는 문제이다.

핵심 개념

그래핀은 탄소 원자가 육각형 벌집 모양으로 결합한 단원자층의 2차원 탄소 소재이다. 높은 전기전도성, 유연성, 높은 빛 투과율을 함께 지녀 투명 전극과 투명 디스플레이 소재로 활용된다.
흑연은 그래핀 층이 여러 겹 쌓인 3차원 층상 물질이고, 풀러렌은 탄소 원자가 공 모양의 닫힌 구조를 이룬 분자이며, 탄소 나노튜브는 그래핀 시트를 원통형으로 말아 만든 1차원 나노 소재이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
흑연은 탄소 원자가 각 층 안에서 육각형 망을 이루지만, 그래핀 층이 여러 겹 쌓인 층상 물질이다. 틀린 표현은 '2차원 평면을 이루고 있다'와 '빛에 대한 투과율이 매우 커서 투명 디스플레이로 이용된다'이다. 올바르게는 여러 그래핀 층으로 이루어진 흑연은 문제에서 설명한 단원자층의 투명 탄소 소재가 아니다.

② X
풀러렌은 탄소 원자가 오각형과 육각형을 조합하여 축구공과 같은 닫힌 구형 구조를 이루는 분자이다. 틀린 표현은 '2차원 평면'과 '육각형의 벌집 구조'이다. 올바르게는 풀러렌은 평면 벌집 구조가 아니라 구형의 케이지 구조를 이룬다.

③ X
탄소 나노튜브는 그래핀 시트를 원통형으로 말아 만든 1차원 나노 소재로, 전기적 성질과 기계적 강도가 우수하다. 틀린 표현은 '2차원 평면'이다. 올바르게는 탄소 나노튜브는 원통형 구조이며, 제시된 평면 벌집 구조와 높은 투과율을 지닌 소재는 그래핀이다.

④ O
그래핀은 탄소 원자가 2차원 평면에서 육각형 벌집 구조를 이루는 단원자층 소재이다. 전기전도성이 매우 높고 유연하며 빛 투과율도 높다는 제시문의 특징과 모두 일치한다.

오답 포인트

흑연, 탄소 나노튜브, 그래핀은 모두 육각형 탄소망과 관련되므로 전도성만 보면 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 '2차원 평면', '육각형 벌집 구조', '높은 투과율'이 동시에 제시되었다는 점이 그래핀을 결정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

탄소 구조의 모양과 차원을 먼저 구분한다. 평면 한 층은 그래핀, 여러 층의 적층은 흑연, 원통형은 탄소 나노튜브, 닫힌 구형은 풀러렌으로 판단한다.

암기 포인트

평면 한 장은 그래핀, 여러 장은 흑연, 말면 나노튜브, 둥글게 닫히면 풀러렌이다.

NoteBase

10. 금속 마그네슘(Mg)의 화학반응이 일어나기 가장 어려운 반응은?

① $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

② $Mg + CaO \rightarrow MgO + Ca$

③ $Mg + H_2O \rightarrow MgO + H_2$

④ $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

정답 2번

출제 포인트

금속의 이온화 경향을 비교하여 마그네슘이 다른 물질을 환원하거나 수소를 발생시킬 수 있는지를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

이온화 경향은 금속이 전자를 잃고 양이온이 되려는 상대적 경향이다. 더 반응성이 큰 금속은 자신보다 반응성이 작은 금속의 산화물을 환원할 수 있지만, 자신보다 반응성이 큰 금속의 산화물에서는 그 금속을 밀어내기 어렵다. 칼슘은 마그네슘보다 이온화 경향이 크므로 마그네슘이 산화칼슘을 환원하여 칼슘을 생성하는 반응은 일어나기 어렵다.

NoteBase

선지별 해설

① X
마그네슘은 산소와 쉽게 연소하여 산화마그네슘을 생성하므로 $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$는 가장 어려운 반응이 아니다. 틀린 판단은 이 반응을 가장 어렵다고 보는 것이며, 올바르게는 산소와의 연소 반응은 쉽게 일어난다.

② O
칼슘은 마그네슘보다 이온화 경향이 크다. 따라서 마그네슘은 CaO에서 칼슘을 밀어내지 못하므로 $Mg + CaO \rightarrow MgO + Ca$가 가장 일어나기 어려운 반응이다.

③ X
마그네슘은 수증기와 가열하면 MgO와 H_2를 생성할 수 있으므로 제시된 반응은 조건을 갖추면 일어난다. 틀린 판단은 이 반응을 가장 어렵다고 보는 것이며, 올바르게는 $Mg + H_2O(g) \rightarrow MgO + H_2$로 반응 조건을 수증기로 명확히 한다.

④ X
마그네슘은 수소보다 이온화 경향이 커서 염산의 수소 이온을 환원해 수소 기체를 발생시킨다. 따라서 $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$는 쉽게 일어나며 가장 어려운 반응이 아니다. 틀린 판단은 이 반응을 가장 어렵다고 보는 것이고, 올바르게는 마그네슘과 염산의 반응은 자발적으로 진행된다.

오답 포인트

③은 상온의 액체 물과의 반응만 떠올리면 ②보다 더 어렵다고 오인하기 쉽다. 그러나 제시된 생성물이 MgO이므로 수증기와 가열하는 조건의 반응으로 판단한다. 반면 ②는 마그네슘보다 반응성이 큰 칼슘을 그 산화물에서 밀어내야 하므로 이온화 경향상 가장 어렵다.

다시 나오면 이렇게 판단

금속 치환 반응에서는 먼저 두 금속의 이온화 경향을 비교한다. 반응시키는 금속이 산화물 속 금속보다 이온화 경향이 커야 치환이 가능하다. 산과의 반응은 금속이 수소보다 위인지 확인하고, 물과의 반응은 액체 물인지 수증기인지와 생성물이 수산화물인지 산화물인지를 함께 확인한다.

암기 포인트

칼슘은 마그네슘보다 반응성이 크므로 마그네슘은 CaO에서 칼슘을 빼앗지 못한다.

NoteBase

11. 염기성 화학비료에 해당하는 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

〈보기〉

ㄱ. 요소 ㄴ. 석회 ㄷ. 용성인비

① ㄱ ② ㄱ, ㄴ

③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

화학비료를 반응에 따라 분류하여 요소, 석회, 용성인비 가운데 염기성 비료를 모두 가려내는 문제이다.

핵심 개념

염기성 화학비료는 물에 녹거나 토양에서 반응할 때 염기성을 나타내는 비료이다. 석회와 용성인비는 염기성 비료이고, 요소는 중성 비료이다. 따라서 옳은 것은 ㄴ과 ㄷ이다.

선지별 해설

① X — ㄱ의 요소만 고른 것이 틀렸다. 요소는 염기성 비료가 아니라 중성 비료이므로, 염기성 비료로는 ㄴ 석회와 ㄷ 용성인비를 골라야 한다.
② X — ㄱ 요소를 포함하고 ㄷ 용성인비를 제외한 것이 틀렸다. 요소는 중성이고 용성인비는 염기성이므로, 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.
③ O — ㄴ 석회와 ㄷ 용성인비는 모두 염기성 비료이고, 중성 비료인 ㄱ 요소는 제외되어 올바른 조합이다.
④ X — ㄱ 요소까지 염기성 비료에 포함한 것이 틀렸다. 요소를 제외한 ㄴ 석회와 ㄷ 용성인비만 고쳐 골라야 한다.

오답 포인트

요소가 토양에서 분해되는 과정만 떠올려 요소를 염기성 비료로 오인하기 쉽다. 이 문항의 분류에서는 요소는 중성 비료이며, 석회와 용성인비가 염기성 비료이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 비료를 개별적으로 분류한 뒤 조합한다. 요소는 중성, 석회와 용성인비는 염기성으로 판정하면 ㄴ과 ㄷ만 남는다.

암기 포인트

요소는 중성, 석회·용성인비는 염기성이다.

NoteBase

12. 〈보기〉는 알칼리 금속에 대한 자료이다. ㉠~㉢의 원소에 대한 성질 및 반응성에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

주기	원소	녹는점(℃)
2	㉠	180
3	㉡	98
4	㉢	63

① 원소 ㉠의 불꽃 반응의 불꽃색은 노란색이다.
② 원소 ㉡은 상온에서 물과 반응성이 커 석유 속에 보관한다.
③ 원소 ㉢의 최외각 전자수는 2개이다.
④ 원소 ㉠~㉢은 중금속으로 물속에 가라앉는다.

정답 2번

출제 포인트

주기와 녹는점 자료로 원소를 Li, Na, K로 판별한 뒤 알칼리 금속의 불꽃 반응, 물과의 반응, 최외각 전자 수 및 밀도를 판단하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 각 원소가 2주기, 3주기, 4주기에 속한다는 점을 확인한다.
2. 녹는점 180, 98, 63을 같은 족 원소의 성질과 연결하면 각각 ㄱ=Li, ㄴ=Na, ㄷ=K이다.
3. 각 선지의 성질이 Li, Na, K에 맞는지 확인한다.

핵심 근거

표의 주기와 녹는점을 함께 보면 ㄱ은 리튬(Li), ㄴ은 나트륨(Na), ㄷ은 칼륨(K)이다. 세 원소는 모두 1족 알칼리 금속이며, 아래 주기로 갈수록 녹는점이 낮아지는 자료의 배열과도 일치한다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 표의 2주기·녹는점 180인 ㄱ은 Li이다. Li의 불꽃 반응 색은 빨간색 계열이며 노란색은 Na의 불꽃 반응 색이다. 틀린 표현 '노란색'은 '빨간색 계열'로 고쳐야 한다.
② O — 표의 3주기·녹는점 98인 ㄴ은 Na이다. Na는 상온에서 물과 격렬하게 반응하므로 물과 공기의 접촉을 막기 위해 석유 속에 보관한다.
③ X — 표의 4주기·녹는점 63인 ㄷ은 K이다. K는 1족 원소이므로 최외각 전자 수는 1개이다. 틀린 표현 '2개'는 '1개'로 고쳐야 한다.
④ X — ㄱ~ㄷ은 모두 1족 알칼리 금속인 Li, Na, K이며 중금속이 아니다. 또한 세 금속은 물보다 밀도가 작아 물에 뜬다. 틀린 표현 '중금속으로 물속에 가라앉는다'는 '알칼리 금속으로 물에 뜬다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

ㄱ, ㄴ, ㄷ을 주기만 보고 임의의 원소로 판단하거나 Na의 노란색 불꽃 반응을 Li와 혼동하기 쉽다. 또한 K의 최외각 전자 수를 주기 번호와 연결해 2개로 오인하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 족 원소가 주기별로 제시되면 먼저 족의 공통 전자 배치를 확인하고, 녹는점·불꽃 반응·물과의 반응 같은 고유 성질로 원소를 확정한다. 이 자료에서는 2·3·4주기 알칼리 금속을 차례로 Li·Na·K에 대응한다.

암기 포인트

Li·Na·K는 최외각 전자 1개의 알칼리 금속이고, 불꽃 반응 색은 Li가 빨간색 계열, Na가 노란색, K가 보라색 계열이다.

NoteBase

13. 〈보기〉에서 극성 분자를 모두 고른 것은?

〈보기〉

ㄱ. BCl_3	ㄴ. OF_2
ㄷ. $COCl_2$	ㄹ. HCN

① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ, ㄹ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

분자의 입체 구조와 결합 쌍극자 모멘트의 벡터 합을 이용하여 극성 분자를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

극성 분자는 각 결합의 쌍극자 모멘트를 벡터로 합했을 때 그 합이 0이 아닌 분자이다. 극성 결합이 있어도 분자 구조가 대칭이면 결합 쌍극자가 상쇄되어 무극성 분자가 될 수 있다. 반대로 굽은 구조이거나, 중심 원자 주위의 결합 원자들이 서로 달라 비대칭이면 쌍극자가 완전히 상쇄되지 않아 극성 분자가 된다.

선지별 해설

① X

ㄱ의 BCl_3는 평면 삼각형의 대칭 구조이므로 세 $B-Cl$ 결합의 쌍극자가 상쇄되어 무극성이다. 또한 극성인 ㄹ의 HCN이 빠져 있다. 따라서 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이 아니라 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'이 옳다.

② X

ㄱ의 BCl_3는 무극성이며, 극성인 ㄷ의 $COCl_2$가 빠져 있다. $COCl_2$는 중심 탄소 주위가 평면 삼각형이지만 산소와 염소가 결합한 비대칭 구조라 결합 쌍극자가 상쇄되지 않는다. 따라서 'ㄱ, ㄴ, ㄹ'이 아니라 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'이 옳다.

③ X

ㄱ의 BCl_3는 대칭 구조여서 무극성이고, ㄴ의 OF_2가 빠져 있다. OF_2는 산소의 비공유 전자쌍 때문에 굽은 구조이므로 두 $O-F$ 결합의 쌍극자가 상쇄되지 않는다. 따라서 'ㄱ, ㄷ, ㄹ'이 아니라 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'이 옳다.

④ O

ㄴ의 OF_2는 굽은 구조, ㄷ의 $COCl_2$는 서로 다른 결합 원자로 이루어진 비대칭 평면 삼각형 구조, ㄹ의 HCN은 양 끝 원자가 서로 다른 선형 구조이므로 모두 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아닌 극성 분자이다.

NoteBase

오답 포인트

분자 안에 극성 결합이 있다는 사실만으로 분자 전체를 극성이라고 판단하면 BCl_3를 잘못 고르게 된다. BCl_3는 $B-Cl$ 결합 자체는 극성이지만 대칭적인 평면 삼각형 구조라 세 결합 쌍극자가 모두 상쇄된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 루이스 구조로 분자 모양을 정한 뒤, 결합 쌍극자를 화살표로 놓고 벡터 합이 0인지 판단한다. 같은 결합이 대칭적으로 배치되면 무극성일 가능성이 크고, 굽은 구조이거나 주위 원자가 서로 달라 비대칭이면 극성일 가능성이 크다.

암기 포인트

결합의 극성만 보지 않고 구조의 대칭성과 쌍극자 벡터의 합을 본다. BCl_3는 무극성, $OF_2 \cdot COCl_2 \cdot HCN$은 극성이다.

NoteBase

14. 〈보기〉에서 설명하는 시멘트의 종류는?

〈보기〉

- 토목용이나 건축용의 무기질 결합 경화제이다.
- 대표적인 수경성 시멘트이며, 흔히 시멘트라 불리는 것이 여기에 해당한다.
- 석회질, 점토질 원료를 혼합하여 미분쇄하고 소성한 후 적당량의 석고를 가하여 제조한다.

① 포틀랜드 시멘트 ② 실리카 시멘트
③ 알루미나 시멘트 ④ 플라이애시 시멘트

정답 1번

출제 포인트

대표적인 수경성 시멘트의 원료와 제조 방법을 보고 포틀랜드 시멘트를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

포틀랜드 시멘트는 석회질 원료와 점토질 원료를 배합·분쇄하여 소성한 클링커에 적당량의 석고를 넣고 미분쇄한 수경성 시멘트이다. 물과 반응하여 굳고 강도를 내므로 토목·건축의 일반적인 무기질 결합재로 널리 사용된다.
실리카 시멘트와 플라이애시 시멘트는 각각 실리카질 혼합재와 플라이애시를 사용한 혼합 시멘트이고, 알루미나 시멘트는 칼슘알루미네이트를 주성분으로 하는 시멘트이다.

선지별 해설

① O — 보기의 '대표적인 수경성 시멘트', '시멘트라고 흔히 부름', '석회질·점토질 원료의 소성 및 석고 첨가'라는 특징은 모두 포틀랜드 시멘트에 해당한다.
② X — '실리카 시멘트'가 틀린 표현이다. 실리카 시멘트는 실리카질 혼합재를 사용한 혼합 시멘트이며, 보기처럼 일반적으로 시멘트라고 부르는 대표 제품은 포틀랜드 시멘트이다.
③ X — '알루미나 시멘트'가 틀린 표현이다. 알루미나 시멘트는 칼슘알루미네이트를 주성분으로 하며 조강성·내화성이 특징이고, 보기의 석회질·점토질 원료를 소성한 일반 시멘트는 포틀랜드 시멘트이다.
④ X — '플라이애시 시멘트'가 틀린 표현이다. 플라이애시 시멘트는 포틀랜드 시멘트에 석탄회인 플라이애시를 혼합한 시멘트이며, 보기의 기본 제조법에 해당하는 것은 포틀랜드 시멘트이다.

오답 포인트

'수경성'이라는 넓은 공통점만 보면 여러 시멘트가 모두 가능해 보인다. 그러나 석회질·점토질 원료를 소성하고 석고를 첨가한다는 제조 단서와 '흔히 시멘트라 부르는 대표 제품'이라는 표현은 포틀랜드 시멘트를 가리킨다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

원료가 석회질과 점토질이고, 소성한 클링커에 석고를 넣어 분쇄한다고 제시되면 포틀랜드 시멘트로 판단한다.
별도의 실리카질 혼합재, 플라이애시 또는 알루미네이트 성분이 강조되면 각각의 특수·혼합 시멘트와 구별한다.

암기 포인트

석회질·점토질 원료 → 소성 클링커 → 석고 첨가·분쇄 = 포틀랜드 시멘트이다.

NoteBase

15. 〈보기〉에서 제시하는 반응식의 전지 형태는?

〈보기〉

$$Pb(s)+PbO_2(s)+2H_2SO_4(aq) \underset{\text{충전}}{\overset{\text{방전}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_4(s)+2H_2O(l)$$

① 납축전지 ② 리튬 1차 전지
③ 알칼리 망간전지 ④ 니켈–카드뮴 전지

정답 1번

출제 포인트

방전할 때 납과 이산화납이 황산과 반응하여 황산납과 물을 만드는 반응으로부터 납축전지를 식별하는 문제이다.

핵심 개념

납축전지는 음극 활물질로 납, 양극 활물질로 이산화납, 전해질로 황산 수용액을 사용하는 충전 가능한 2차 전지이다.
방전 반응은 $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$이고, 충전할 때에는 이 반응이 반대 방향으로 진행된다.
리튬 1차 전지는 금속 리튬을 음극 활물질로 사용하는 1차 전지이고, 알칼리 망간전지는 아연·이산화망간계 1차 전지이며, 니켈-카드뮴 전지는 니켈계 양극과 카드뮴 음극을 사용하는 2차 전지이다.

선지별 해설

① O — 납, 이산화납, 황산이 방전 과정에서 황산납과 물로 변하므로 납축전지의 반응과 일치한다.
② X — 틀린 표현은 '리튬 1차 전지'이다. 리튬 1차 전지는 금속 리튬을 음극 활물질로 사용하며, 제시된 납·이산화납·황산의 반응은 납축전지이다.
③ X — 틀린 표현은 '알칼리 망간전지'이다. 알칼리 망간전지는 수산화칼륨 등의 알칼리성 전해질을 사용하는 아연·이산화망간계 1차 전지이며, 제시된 반응은 황산 전해질을 사용하는 납축전지이다.
④ X — 틀린 표현은 '니켈-카드뮴 전지'이다. 니켈-카드뮴 전지는 충전 가능한 2차 전지이지만 니켈계 양극과 카드뮴 음극을 사용한다. 납과 이산화납이 반응물로 나타나는 제시식은 납축전지이다.

오답 포인트

④도 충전 가능한 2차 전지라는 점만 보고 니켈-카드뮴 전지를 고르기 쉽다. 그러나 전지의 종류는 충전 가능 여부만이 아니라 전극 활물질과 전해질로 구별해야 한다. 제시식의 Pb, PbO_2, H_2SO_4, $PbSO_4$가 납축전지를 직접 가리킨다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응식에서 전극 활물질과 전해질을 먼저 확인한다. 납·이산화납·황산이 함께 나타나고 방전 시 두 전극에 황산납이 생성되면 납축전지로 판단한다.

암기 포인트

납축전지: Pb/PbO_2 + 황산 → 방전 시 양쪽 모두 $PbSO_4$.

16. p형 반도체에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 불순물 반도체이다.
② 순수한 규소에 갈륨 또는 인듐을 소량 첨가하여 제조할 수 있다.
③ 공유결합 후 여분의 전자가 자유전자가 되어 전류가 흐른다.
④ 순수한 규소에 붕소 또는 알루미늄을 소량 첨가하여 제조할 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

p형 반도체의 제조에 쓰이는 불순물과 다수 운반체가 정공이라는 점을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

진성 반도체는 순수한 규소나 게르마늄으로 이루어진 반도체이다. 불순물 반도체는 진성 반도체에 소량의 불순물을 첨가하여 전기적 성질을 조절한 반도체이다.
p형 반도체는 4가 원소인 규소 또는 게르마늄에 3가 원소인 붕소·알루미늄·갈륨·인듐 등을 첨가하여 만든다. 공유결합에 전자 하나가 부족해 생기는 정공이 다수 운반체이다.
n형 반도체는 5가 불순물을 첨가하여 만들며, 결합에 참여하고 남은 자유전자가 다수 운반체이다.

선지별 해설

① O — p형 반도체는 순수 반도체에 3가 불순물을 첨가한 불순물 반도체이다.
② O — 4가 원소인 규소에 3가 원소인 갈륨 또는 인듐을 소량 첨가하면 전자가 하나 부족한 결합이 생겨 p형 반도체가 된다.
③ X — 틀린 표현은 '여분의 전자가 자유전자가 되어 전류가 흐른다'이다. 여분의 자유전자가 다수 운반체가 되는 것은 5가 불순물을 첨가한 n형 반도체의 특징이다. p형 반도체에서는 공유결합에 전자 하나가 부족하여 생긴 정공이 다수 운반체로서 전류 전도에 기여한다.
④ O — 4가 원소인 게르마늄에 3가 원소인 붕소 또는 알루미늄을 소량 첨가하면 정공이 생겨 p형 반도체가 된다.

오답 포인트

③의 '여분의 전자'는 n형 반도체를 설명하는 표현이다. p형도 전류가 흐르므로 자유전자가 주된 운반체라고 착각하기 쉽지만, p형의 핵심은 전자의 부족으로 생긴 정공이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

모체인 규소·게르마늄은 4가 원소이다. 첨가 원소가 3가이면 전자가 하나 부족해 정공이 생기므로 p형이고, 5가이면 전자가 하나 남아 자유전자가 생기므로 n형이다.

암기 포인트

p형은 3가 불순물·정공, n형은 5가 불순물·자유전자이다.

NoteBase

17. 나노 구조체는 구조에 따라 0차원(나노입자), 1차원(나노선, 나노막대), 2차원(나노박막) 구조체로 나뉜다. 1차원 나노 구조체의 재료 합성 기술로 가장 옳지 않은 것은?

① 자발 성장 ② 전기방사
③ 리소그래피 ④ 화학기상 증착

정답 4번

출제 포인트

1차원 나노 구조체를 만드는 대표적인 형상 제어·가공 기술과 일반적인 박막 증착 기술을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

1차원 나노 구조체는 두 방향의 크기가 나노미터 수준이고 한 방향으로 길게 성장한 나노선·나노막대·나노섬유 등의 구조체이다. 자발 성장은 결정의 방향별 성장 속도 차이를 이용하고, 전기방사는 전기장으로 가는 섬유를 뽑아내며, 리소그래피는 미세 패턴을 형성하여 길쭉한 나노 구조를 가공한다. 반면 화학기상 증착은 기상 전구체를 기판 표면에서 반응시켜 재료를 증착하는 공정으로, 그 자체만으로 1차원 형상을 규정하는 기술은 아니다.

선지별 해설

① O — 자발 성장은 특정 결정 방향의 성장을 우세하게 하여 나노선이나 나노막대처럼 한 방향으로 긴 구조를 만들 수 있으므로 1차원 나노 구조체의 합성 기술에 해당한다.
② O — 전기방사는 고분자 용액 또는 용융체에 강한 전기장을 가해 가는 제트를 늘여 나노섬유를 만드는 대표적인 1차원 나노 구조체 제조 기술이다.
③ O — 리소그래피는 기판에 선형 미세 패턴을 만들고 식각·증착 공정과 결합하여 나노선 등 1차원 구조를 제작할 수 있으므로 해당한다.
④ X — 틀린 부분은 '화학기상 증착 자체를 1차원 형상 제어 기술로 본 것'이다. 화학기상 증착은 기본적으로 기상 전구체를 기판에 증착하여 막이나 재료를 형성하는 공정이며, 1차원 구조를 만들려면 촉매·주형 또는 선택적 성장 조건과 같은 별도의 형상 제어가 필요하다. 따라서 올바르게는 '화학기상 증착은 일반적인 증착법이며, 그 자체만으로 1차원 구조를 규정하는 대표 형상 제어법은 아니다'라고 해야 한다.

오답 포인트

화학기상 증착으로 탄소나노튜브나 나노선을 성장시키는 사례가 있다는 점 때문에 ④를 맞는 기술로 판단하기 쉽다. 그러나 이 문항은 특정 응용 사례가 아니라 1차원 형상을 직접 만드는 대표 기술의 분류를 묻는다. 화학기상 증착만으로는 성장 형상이 1차원으로 정해지지 않는다는 점이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

공정이 한 방향으로 긴 형상을 직접 유도하는지를 먼저 판단한다. 방향성 결정 성장, 가는 제트 형성, 선형 패턴 가공은 1차원 형상을 직접 만든다. 재료를 표면에 증착한다는 설명만 있고 촉매·주형·선택적 성장 조건이 없으면 일반 증착 공정으로 구분한다.

암기 포인트

자발 성장·전기방사·리소그래피는 1차원 형상을 직접 만들고, 화학기상 증착은 별도의 형상 제어가 필요한 증착 공정이다.

NoteBase

18. 〈보기〉의 염소 제조 화학반응식에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow (\ \ ㉠\ \ ) + Cl_2 + 2H_2O$$

① ㉠의 화학식은 MnCl이다.
② 환원되는 물질은 HCl이다.
③ MnO_2는 산화제로 사용되었다.
④ Mn의 산화수는 변하지 않았다.

정답 3번

출제 포인트

염소 제조 반응식을 완성하고, 망가니즈와 염소의 산화수 변화로 산화제와 환원되는 물질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

완성된 반응식은 $MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$이다. MnO_2의 Mn은 +4에서 +2로 환원되므로 MnO_2는 전자를 받아 다른 물질을 산화시키는 산화제이다. HCl의 Cl은 −1에서 0으로 산화되어 Cl_2가 된다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '㉠의 화학식은 $MnCl$'이다. Mn^{2+}와 Cl^-가 전하를 상쇄하려면 염화 이온이 2개 필요하므로, ㉠은 $MnCl_2$이다.
② X — 틀린 표현은 '환원되는 물질은 HCl'이다. 실제로 환원되는 물질은 Mn의 산화수가 +4에서 +2로 낮아지는 MnO_2이다. HCl의 Cl은 −1에서 0으로 높아져 산화된다.
③ O — MnO_2는 Mn이 +4에서 +2로 환원되면서 HCl의 염화 이온을 Cl_2로 산화시키므로 산화제로 사용되었다.
④ X — 틀린 표현은 'Mn의 산화수는 변하지 않았다'이다. 실제로 Mn의 산화수는 MnO_2에서 +4, $MnCl_2$에서 +2이므로 +4 → +2로 변한다.

오답 포인트

'산화제'라는 이름 때문에 산화제 자체도 산화된다고 착각하기 쉽다. 산화제는 상대를 산화시키고 자신은 환원되는 물질이므로, 이 반응에서는 Mn의 산화수가 낮아지는 MnO_2가 산화제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 생성물 ㉠을 $MnCl_2$로 완성한 뒤 각 원소의 산화수를 반응 전후로 비교한다. 산화수가 낮아진 물질은 환원되며 산화제이고, 산화수가 높아진 물질은 산화되며 환원제이다.

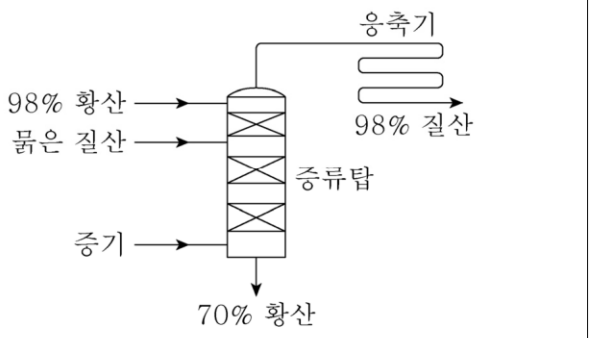
NoteBase

암기 포인트

산화제는 자신이 환원된다. 이 반응에서는 Mn이 $+4 \rightarrow +2$로 환원되므로 MnO_2가 산화제이다.

19. 〈보기〉와 같이 진한 질산을 제조하기 위하여 질산 농축 장치를 통해 증발 농축하는 방법으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉



묽은 질산에 진한 황산을 가해 증류하여 질산을 농축함.

① 매기(Maggie)식 ② 파울링(Pauling)식
③ 솔베이(Solvay)법 ④ 하버(Haber)법

정답 2번

출제 포인트

묽은 질산에 진한 황산을 가하고 증류하여 위쪽에서 98% 질산을 얻고 아래쪽에서 70% 황산을 회수하는 도식은 폴링식 질산 농축법을 나타낸다. 진한 황산은 물을 강하게 끌어당기는 탈수제로 작용한다.

선지별 해설

① X — 매기식은 황산이 아니라 질산마그네슘을 탈수제로 사용하는 질산 농축법이므로 도식과 다르다. '매기식'이라는 표현은 틀렸으며, 이 도식의 올바른 공정명은 '폴링식'이다.
② O — 폴링식은 묽은 질산에 진한 황산을 넣어 물을 제거하면서 증류하고, 고농도 질산을 얻는 방법이다. 도식의 98% 황산 투입, 98% 질산 유출, 70% 황산 회수와 일치한다.
③ X — 솔베이법은 암모니아와 이산화탄소 등을 이용하여 탄산나트륨을 제조하는 공정이므로 질산 농축 도식에 해당하지 않는다. '솔베이법'이라는 표현은 틀렸으며, 올바르게는 '폴링식 질산 농축법'이다.
④ X — 하버법은 질소와 수소로 암모니아를 합성하는 공정이므로 질산을 황산으로 탈수·증류하는 공정이 아니다. '하버법'이라는 표현은 틀렸으며, 올바르게는 '폴링식 질산 농축법'이다.

오답 포인트

98% 질산이라는 생성물만 보고 질산 제조법 전반과 혼동하기 쉽다. 이 문제의 결정적 단서는 '묽은 질산 + 진한 황산 → 증류 → 농질산'이며, 황산을 탈수제로 쓰는 공정명이 폴링식이라는 점이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

도식에서 투입되는 탈수제를 먼저 확인한다. 묽은 질산에 진한 황산을 넣고 증류하면 폴링식, 질산마그네슘을 탈수제로 사용하면 매기식으로 판단한다.

암기 포인트

폴링식은 황산으로 물을 빼고 질산을 진하게 한다.

NoteBase

20. 〈보기〉는 몇 가지 금속의 이온화 경향을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

$$Al > Zn > Fe > (H) > Cu > Ag$$

① 묽은 염산($HCl(aq)$)에 $Cu(s)$를 넣으면 $H_2(g)$가 발생한다.

② $ZnSO_4(aq)$에 $Fe(s)$를 넣으면 금속이 석출된다.

③ $Al(s)$과 $Ag(s)$으로 구성된 화학 전지는 $Al(s)$ 전극에서 환원반응이 일어난다.

④ $Fe(s)$과 $Cu(s)$를 도선으로 연결하여 전해질 수용액에 넣으면 전자는 $Fe(s)$ 전극에서 $Cu(s)$ 전극으로 이동한다.

정답 4번

출제 포인트

금속의 이온화 경향으로 산과의 반응, 금속의 석출 가능성, 화학 전지의 산화·환원 전극과 전자 이동 방향을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

이온화 경향은 금속 원자가 전자를 잃고 양이온이 되려는 경향이다. 이온화 경향이 큰 금속일수록 산화되기 쉽고, 자신보다 이온화 경향이 작은 금속의 이온을 환원시켜 그 금속을 석출할 수 있다. 수소보다 이온화 경향이 큰 금속은 일반적으로 묽은 비산화성 산에서 수소 이온을 환원시켜 수소 기체를 발생시킨다. 화학 전지에서는 이온화 경향이 큰 금속이 산화 전극이 되며, 전자는 도선을 따라 이 전극에서 이온화 경향이 작은 금속의 환원 전극으로 이동한다.

선지별 해설

① X — *Cu*는 수소보다 이온화 경향이 작으므로 묽은 $HCl(aq)$의 수소 이온을 환원시키지 못한다. 틀린 표현은 '$H_2(g)$가 발생한다'이며, 올바르게는 $Cu(s)$를 넣어도 수소 기체가 발생하지 않는다.

② X — *Fe*는 *Zn*보다 이온화 경향이 작으므로 Zn^{2+}을 환원시켜 아연을 석출할 수 없다. 틀린 표현은 '금속이 석출된다'이며, 올바르게는 $ZnSO_4(aq)$에 $Fe(s)$를 넣어도 금속이 석출되지 않는다.

③ X — *Al*은 *Ag*보다 이온화 경향이 크므로 전자를 잃는 산화 전극이 된다. 틀린 표현은 '$Al(s)$ 전극에서 환원반응이 일어난다'이며, 올바르게는 $Al(s)$ 전극에서 산화반응이 일어나고 $Ag(s)$ 전극에서 환원반응이 일어난다.

④ O — *Fe*가 *Cu*보다 이온화 경향이 크므로 $Fe(s)$ 전극에서 산화가 일어난다. 방출된 전자는 도선을 따라 $Fe(s)$ 전극에서 $Cu(s)$ 전극으로 이동한다.

NoteBase

오답 포인트

금속 두 종이 제시되었다고 해서 항상 석출이나 전지 반응이 일어나는 것은 아니다. ②에서는 고체 금속 Fe가 용액 속 금속 이온 Zn^{2+}보다 이온화 경향이 큰지를 비교해야 하며, ③에서는 이온화 경향이 큰 금속에서 환원이 아니라 산화가 일어난다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 이온화 경향의 순서를 표시한다. 산과의 반응은 금속이 수소보다 위인지, 금속 석출은 고체 금속이 용액 속 금속보다 위인지 확인한다. 전지에서는 더 위의 금속을 산화 전극으로 정하고 전자가 그 전극에서 더 아래의 금속 전극으로 이동한다고 판단한다.

암기 포인트

이온화 경향이 큰 금속은 먼저 산화되고, 전자는 큰 쪽에서 작은 쪽으로 이동한다.

NoteBase