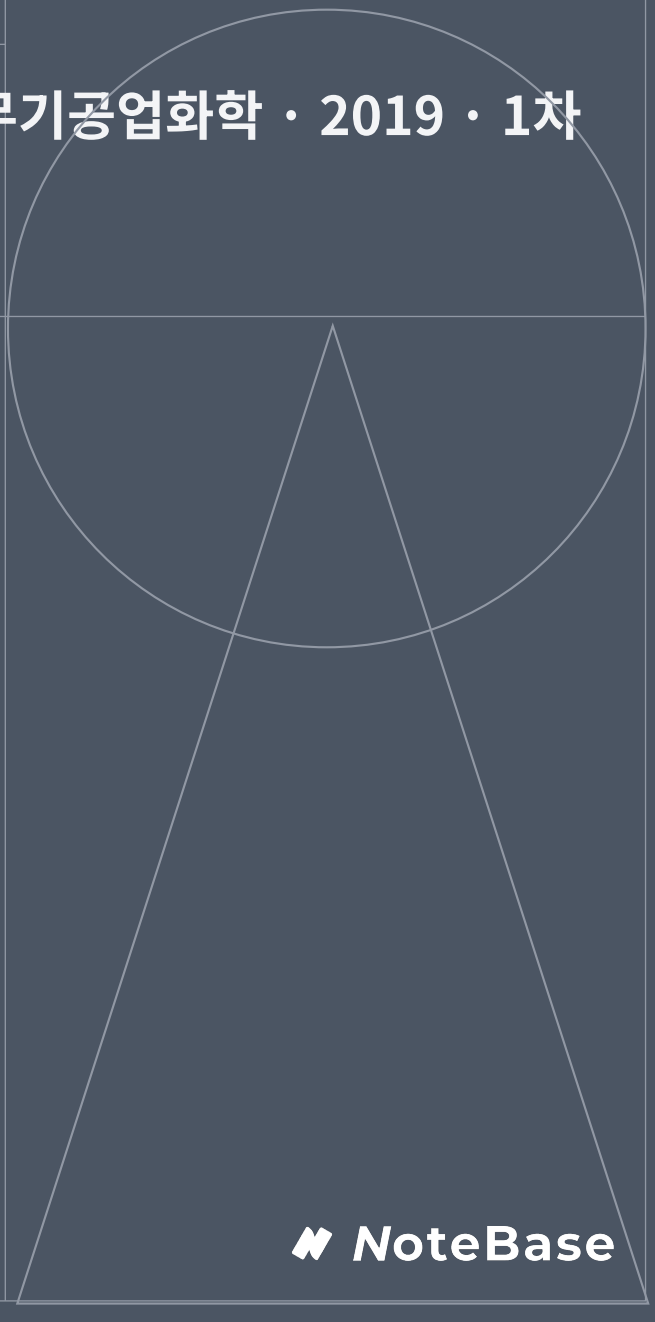
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2019 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2019 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2019 · 1차

문 1. 철의 부식에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 산소와 수분의 존재 하에서 산화될 때 녹이 생성된다.

② 철에 페인트를 칠하여 부식을 방지한다.

③ 철이 부식되면 전기전도성을 잃는다.

④ 철로 만든 주유소 기름탱크의 부식을 방지하기 위해 Pb를 접지한다.

정답 4번

출제 포인트

철이 녹스는 조건과 피복법·전기화학적 방식에 의한 부식 방지 원리를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

철의 부식은 철이 산화되어 전자를 잃고, 산소가 수분이 있는 환경에서 환원되면서 진행되는 전기화학적 현상이다. 페인트칠은 철과 산소·수분의 접촉을 차단하는 피복법이다. 희생양극법은 철보다 산화되기 쉬운 Mg, Zn, Al 등을 연결하여 그 금속이 먼저 부식되게 하고 철을 음극으로 보호하는 방법이다.

선지별 해설

① O — 철은 산소와 수분이 함께 존재할 때 전기화학적으로 산화되며, 생성된 철 이온이 산화물·수산화물 형태의 녹을 만든다.
② O — 페인트막은 철 표면을 산소와 수분으로부터 차단하므로 부식 반응을 억제한다.
③ O — 부식으로 생긴 녹은 금속 철보다 전기전도성이 매우 낮고 금속의 연속적인 전도 경로도 훼손하므로, 부식된 철의 전기전도성은 저하된다.
④ X — 틀린 부분은 ‘Pb를 접지한다’이다. Pb는 Fe보다 귀한 금속이므로 Fe와 연결하면 Fe가 양극이 되어 오히려 부식이 촉진될 수 있다. 실제로는 철보다 산화되기 쉬운 Mg, Zn, Al 등의 희생양극을 철제 탱크에 연결하여 철을 음극으로 보호한다.

오답 포인트

금속을 연결하기만 하면 철이 보호된다고 생각하기 쉽다. 연결 금속이 철보다 활성인지를 확인해야 하며, Pb처럼 철보다 귀한 금속을 연결하면 철이 먼저 산화될 수 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

부식 방지 선지는 먼저 산소·수분을 차단하는 방식인지, 철을 음극으로 만드는 방식인지 구분한다. 희생양극 방식이라면 연결 금속이 철보다 산화되기 쉬운 Mg, Zn, Al인지 확인한다.

암기 포인트

피복은 산소·수분 차단, 희생양극은 Mg·Zn·Al이 먼저 산화, 철은 음극으로 보호된다.

NoteBase

문 2. 다음 중 흡습성이 강하고 폭발하기 쉬워서 순수한 형태로 잘 사용되지 않는 질소 비료는 무엇인가?

① 질산암모늄

② 황산암모늄

③ 요소

④ 석회질소

정답 1번

출제 포인트

질소 비료 가운데 강한 흡습성과 폭발 위험 때문에 순수한 형태로 사용하기 어려운 비료를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

질산암모늄은 질산 이온과 암모늄 이온을 함께 포함한 질소 비료이다. 흡습성이 강해 굳기 쉽고, 산화제로 작용하여 가열·충격이나 오염 등 특정 조건에서 급격히 분해하거나 폭발할 위험이 있으므로 비료로 사용할 때에는 다른 물질과 혼합하거나 안정화한 형태가 주로 쓰인다.
황산암모늄은 비교적 안정한 암모늄계 비료이고, 요소는 질소 함량이 높은 유기태 질소 비료이며, 석회질소는 칼슘 시아나미드를 주성분으로 하는 비료이다.

선지별 해설

① O — 질산암모늄은 흡습성이 강하고 산화성이 있어 부적절한 조건에서 폭발 위험이 크다. 따라서 순수한 질산암모늄보다는 안정화하거나 다른 성분과 혼합한 형태로 사용하는 것이 일반적이다.
② X — 황산암모늄을 강한 흡습성과 폭발 위험 때문에 순수하게 쓰기 어려운 비료로 본 부분이 틀리다. 황산암모늄은 비교적 안정한 결정성 질소 비료이며, 제시된 특징에 해당하는 것은 질산암모늄이다.
③ X — 요소를 폭발하기 쉬워 순수하게 사용하지 않는 비료로 본 부분이 틀리다. 요소는 흡습하여 굳을 수는 있지만 이 문항의 핵심인 질산암모늄의 산화성·폭발 위험과는 구별되며, 제시된 특징에 해당하는 것은 질산암모늄이다.
④ X — 석회질소를 강한 흡습성과 폭발 위험 때문에 순수하게 쓰기 어려운 비료로 본 부분이 틀리다. 석회질소는 칼슘 시아나미드를 주성분으로 하며 토양에서 분해되어 질소 비료로 작용하는 물질이고, 제시된 특징에 해당하는 것은 질산암모늄이다.

오답 포인트

요소도 흡습하여 굳을 수 있다는 점만 보고 ③을 고르기 쉽다. 그러나 문제는 흡습성뿐 아니라 폭발 위험까지 함께 제시한다. 두 특징이 결합되면 산화성이 있는 질산암모늄을 가리킨다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

질소 비료의 성질을 묻는 문항에서는 단서의 조합을 확인한다. ‘강한 흡습성·산화성·폭발 위험·혼합 또는 안정화하여 사용’이 함께 나오면 질산암모늄으로 판단한다.

암기 포인트

질산암모늄은 ‘잘 흡습하고, 산화성이 있으며, 폭발 위험이 있어 안정화·혼합 사용’으로 연결한다.

NoteBase

문 3. 암모니아 합성용 원료 가스를 제조하는 공정에서 CH_4을 제거하는 이유로 가장 옳은 것은?

① CH_4은 활성 기체로 생성 암모니아와 반응한다.

② CH_4의 양이 누적되면 H_2, N_2의 분해가 일어난다.

③ CH_4은 활성 기체로 촉매 표면에 흡착한다.

④ CH_4은 불활성 기체로 H_2, N_2의 분압을 낮춘다.

정답 4번

출제 포인트

암모니아 합성계에서 불순물인 CH_4이 반응에 참여하지 않고 축적되어 H_2와 N_2의 분압을 낮추는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

암모니아 합성 조건에서 CH_4은 합성 반응에 거의 참여하지 않는 불활성 성분이다. 따라서 순환 가스에 CH_4이 누적되면 반응물인 H_2와 N_2의 몰분율과 분압이 낮아져 암모니아 합성에 불리하므로 제거해야 한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '활성 기체로 생성 암모니아와 반응한다'이다. CH_4은 암모니아 합성 조건에서 불활성 성분으로 취급되며, 생성된 NH_3와 반응하기 때문에 제거하는 것이 아니다.

② X — 틀린 표현은 'H_2, N_2의 분해가 일어난다'이다. CH_4의 누적은 H_2와 N_2를 분해하는 것이 아니라 이들을 희석하여 분압을 낮춘다.

③ X — 틀린 표현은 '활성 기체로 촉매 표면에 흡착한다'이다. CH_4은 합성 반응에 참여하는 활성 기체가 아니며, 촉매 표면에 흡착하여 반응하기 때문에 제거하는 것도 아니다. 올바르게는 불활성 성분으로 축적되어 반응물의 분압을 낮춘다고 해야 한다.

④ O — CH_4은 불활성 기체로서 합성계에 남아 H_2와 N_2를 희석하므로 두 반응물의 분압을 낮춘다.

오답 포인트

CH_4이 탄화수소라는 이유만으로 반응성이 크다고 판단하면 ①이나 ③을 고르기 쉽다. 이 문항의 핵심은 일반적인 연소성이 아니라 암모니아 합성 조건에서 CH_4이 불활성 희석 성분으로 작용한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

암모니아 합성 가스의 불순물 제거 이유를 물으면 먼저 그 성분이 촉매독인지, 반응성 성분인지, 불활성 희석 성분인지 구분한다. CH_4처럼 불활성 성분이 누적되는 경우에는 반응물의 분압 저하와 그에 따른 합성 저하를 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

CH_4은 합성계의 불활성 희석 성분이며, 누적되면 $H_2 \cdot N_2$의 분압이 낮아진다.

NoteBase

문 4. 자동차 배터리용으로 사용하는 2차 전지인 납축전지에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 납축전지의 전해질은 황산 수용액을 사용한다.

② PbO_2를 (-)극으로 하는 2차 전지이다.

③ 방전이 일어나면 H_2O가 생성되면서 전해질의 비중이 낮아진다.

④ 방전이 일어나면 (+)극과 (-)극의 질량이 모두 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

납축전지의 양극·음극 활물질과 방전 반응에 따른 전해질 및 전극의 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

납축전지는 음극에 납 Pb, 양극에 이산화납 PbO_2, 전해질에 황산 수용액을 사용하는 2차 전지이다. 방전 시 전체 반응은 $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$ 이다. 두 전극 모두 황산납 $PbSO_4$으로 변하고 황산이 소모되므로 전해질의 황산 농도와 비중이 낮아진다.

선지별 해설

① O — 납축전지는 황산 수용액을 전해질로 사용한다.
② X — 틀린 표현은 'PbO_2를 (-)극으로'이다. 실제로 PbO_2는 (+)극의 활물질이고, (-)극의 활물질은 Pb이다.
③ O — 방전하면 황산이 소모되고 물이 생성되므로 황산 농도가 감소하며 전해질의 비중도 낮아진다.
④ O — 방전 시 (-)극의 Pb와 (+)극의 PbO_2가 모두 $PbSO_4$으로 바뀌면서 황산 이온을 받아들이므로 두 전극의 질량은 모두 증가한다.

오답 포인트

②는 산화력이 큰 PbO_2를 음극으로 혼동하게 하는 선지이다. 납축전지의 방전에서는 PbO_2가 환원되는 (+)극이고, Pb가 산화되는 (-)극이다. 또한 ④는 방전으로 전해질의 비중은 낮아지지만 황산 이온이 전극에 편입되어 전극 질량은 증가한다는 점을 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전극을 '(-)극 Pb, (+)극 PbO_2'로 확정한 뒤, 방전 반응에서 두 전극은 $PbSO_4$으로 변하고 전해질은 황산 소모·물 생성으로 묽어진다는 흐름을 적용한다.

암기 포인트

방전 시 양쪽 전극은 모두 $PbSO_4$, 전극 질량은 증가, 황산 농도와 비중은 감소한다.

NoteBase

문 5. 소금을 전기분해하여 수산화나트륨을 제조하는 방법에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 전류밀도는 수은법이 격막법보다 크다.

② 제품의 순도는 수은법보다 격막법이 더 좋다.

③ 격막법은 양극과 음극의 pH가 다르다.

④ 수은법은 아말감 중의 Na함량이 높으면 유동성이 저하되며, 수소가 발생한다.

정답 2번

출제 포인트

소금물 전해에 의한 수산화나트륨 제조에서 수은법과 격막법의 전류밀도, 제품 순도, 전극실 환경 및 수은법의 운전 특성을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

수은법은 수은 음극에서 나트륨 아말감을 만든 뒤 이를 물과 반응시켜 수산화나트륨을 얻는 방법이다. 격막법은 다공성 격막으로 양극실과 음극실을 나누고, 음극실에서 수소와 수산화나트륨을 직접 생성하는 방법이다. 수은법은 높은 전류밀도로 운전할 수 있고 고순도 수산화나트륨을 얻지만, 격막법의 생성액에는 통과한 염화나트륨이 섞이므로 순도가 더 낮다.

선지별 해설

① O — 수은법은 격막법보다 높은 전류밀도로 운전할 수 있다. 따라서 '수은법이 격막법보다 크다'는 비교가 옳다.

② X — 틀린 부분은 '수은법보다 격막법이 더 좋다'이다. 격막법에서는 염화나트륨 수용액이 격막을 지나 음극실로 이동하므로 생성된 수산화나트륨에 염화나트륨이 섞인다. 올바르게는 제품의 순도가 격막법보다 수은법에서 더 높다.

③ O — 격막법의 양극실에서는 염소가 생성되고 용액은 산성 쪽으로 유지되는 반면, 음극실에서는 물의 환원으로 수산화 이온이 생성되어 알칼리성이 된다. 따라서 두 전극실의 pH는 서로 다르다.

④ O — 수은 음극에서 생성된 나트륨은 아말감을 이룬다. 아말감의 나트륨 함량이 지나치게 높아지면 유동성이 떨어지고 전해조에서 수소 발생이 증가하므로 나트륨 농도를 낮은 범위로 관리한다.

오답 포인트

②는 격막이 생성물을 분리한다는 사실을 '고순도 제품을 만든다'로 잘못 연결하게 만든다. 격막은 염소와 수산화나트륨의 직접 접촉을 줄이지만 염화나트륨의 이동까지 완전히 막지는 않으므로, 격막법의 수산화나트륨은 수은법 제품보다 순도가 낮다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

음극 생성물을 기준으로 구분한다. 수은법은 '나트륨 아말감 형성 → 별도 분해조에서 고순도 수산화나트륨 생성', 격막법은 '음극실에서 수산화나트륨 직접 생성 → 염화나트륨 혼입'으로 판단한다.

암기 포인트

수은법은 고전류밀도·고순도·아말감, 격막법은 전극실 pH 차이·염화나트륨 혼입이다.

NoteBase

문 6. 비료공업에서 인산은 황산 분해법과 같은 습식법을 주로 이용하여 제조한다. 다음 중 인산을 제조하는 대표적인 습식법이 아닌 것은?

① Leblanc법
② Dorr법
③ Prayon법
④ Chemico법

정답 1번

출제 포인트

인산 제조용 습식 공정과 소다회 제조 공정을 구별하는 문제이다. 인산의 습식법은 인광석을 황산으로 분해하여 인산을 얻는 공정이다.

핵심 개념

Dorr법·Prayon법·Chemico법은 인광석의 황산 분해를 이용하는 대표적인 습식 인산 제조 공정이다. 반면 Leblanc법은 염화나트륨을 출발 원료로 탄산나트륨, 즉 소다회를 제조하는 알칼리 공정이다.

선지별 해설

① O — Leblanc법은 인산 습식 제조법이 아니라 탄산나트륨(소다회) 제조법이므로 정답이다. 인산 제조 공정이라는 분류가 틀렸으며, 올바르게는 소다회 제조 공정이다.
② X — Dorr법은 인광석을 황산으로 분해하는 습식 인산 제조 공정이다. '습식법이 아니다'라는 분류가 틀렸으며, 올바르게는 대표적인 습식법이다.
③ X — Prayon법은 인산을 생산하는 대표적인 습식 공정이다. '습식법이 아니다'라는 분류가 틀렸으며, 올바르게는 습식 인산 제조법이다.
④ X — Chemico법도 인산 제조에 사용되는 습식 공정이다. '습식법이 아니다'라는 분류가 틀렸으며, 올바르게는 습식 인산 제조법이다.

오답 포인트

네 선지가 모두 고유한 공정명으로만 제시되어 각 공정의 최종 제품을 혼동하기 쉽다. 이 문항의 함정은 ① Leblanc법을 인산 공정들과 같은 계열로 묶는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

공정명을 최종 제품과 연결한다. Dorr·Prayon·Chemico는 습식 인산, Leblanc는 탄산나트륨 제조로 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

인산 습식법은 Dorr·Prayon·Chemico이고, Leblanc는 소다회이다.

NoteBase

문 7. 연실식 황산제조 공정 중 게이뤼삭 탑(Gay-Lussac Tower)에서 일어나는 반응으로 가장 옳은 것은?

① $2HSO_4NO + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2H_2SO_4NO + H_2SO_4$

② $2H_2SO_4 + NO + NO_2 \rightleftharpoons 2HSO_4NO + H_2O$

③ $4NO + 3O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4HNO_3$

④ $2HSO_4NO + H_2O \rightleftharpoons 2H_2SO_4 + NO + NO_2$

정답 2번

출제 포인트

연실식 황산 제조에서 게이뤼삭 탑의 기능과 글로버 탑·연실에서 일어나는 반응을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

게이뤼삭 탑은 연실에서 빠져나오는 질소 산화물을 진한 황산에 흡수하여 니트로실황산(HSO_4NO)으로 회수하는 장치이다. 이때의 대표 반응은 $2H_2SO_4 + NO + NO_2 \rightleftharpoons 2HSO_4NO + H_2O$이다. 반대로 글로버 탑에서는 니트로실황산을 물로 분해하여 황산과 질소 산화물을 재생한다.

선지별 해설

① X

- SO_2가 반응물로 들어가고 H_2SO_4가 생성되는 반응은 황산 생성이 진행되는 연실 측 반응에 해당하며, 질소 산화물을 진한 황산에 흡수하는 게이뤼삭 탑의 대표 반응이 아니다. 틀린 부분은 이 반응을 게이뤼삭 탑의 반응으로 본 점이며, 올바른 게이뤼삭 탑 반응은 $2H_2SO_4 + NO + NO_2 \rightleftharpoons 2HSO_4NO + H_2O$이다.

② O

- 진한 황산이 NO와 NO_2를 흡수하여 니트로실황산 HSO_4NO를 만드는 반응이므로 게이뤼삭 탑의 기능과 일치한다.

③ X

- $4NO + 3O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4HNO_3$는 질소 산화물이 산화·흡수되어 질산이 되는 총괄 반응이며, 황산에 질소 산화물을 흡수하여 니트로실황산을 만드는 반응이 아니다. 틀린 생성물은 HNO_3이며, 게이뤼삭 탑에서는 HSO_4NO가 생성된다.

④ X

- 니트로실황산에 물을 작용시켜 H_2SO_4, NO, NO_2를 재생하는 반응은 글로버 탑의 탈질 반응이다. 틀린 부분은 반응 방향이며, 게이뤼삭 탑에서는 그 역방향인 $2H_2SO_4 + NO + NO_2 \rightleftharpoons 2HSO_4NO + H_2O$로 질소 산화물을 흡수한다.

NoteBase

오답 포인트

②와 ④는 서로 역반응 관계이므로 탑의 기능을 놓치면 혼동하기 쉽다. 게이뤼삭 탑은 배출 기체 속 질소 산화물을 황산에 흡수하는 곳이고, 글로버 탑은 니트로실황산을 분해하여 질소 산화물을 다시 내보내는 곳이다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식에서 $H_2SO_4 + NO + NO_2$가 반응하여 HSO_4NO가 생성되면 게이뤼삭 탑의 흡수 반응으로 판단한다. 반대로 HSO_4NO와 물에서 황산과 질소 산화물이 생성되면 글로버 탑의 탈질 반응으로 판단한다.

암기 포인트

게이뤼삭 탑은 질소 산화물을 니트로실황산으로 잡고, 글로버 탑은 니트로실황산에서 질소 산화물을 푼다.

NoteBase

문 8. 다니엘 전지의 (+)극에서 일어나는 반응으로 가장 옳은 것은?

① $CO + CO_3^{2-} \rightarrow 2CO_2 + 2e^-$

② $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

③ $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

④ $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

정답 3번

출제 포인트

다니엘 전지에서 (+)극과 (-)극의 반응을 산화·환원으로 구분하는 문제이다.

핵심 개념

다니엘 전지는 아연 전극과 구리 전극으로 이루어진 자발적 화학 전지이다. (-)극인 아연 전극에서는 산화 반응 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$가 일어나고, (+)극인 구리 전극에서는 환원 반응 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$가 일어난다. 전자는 아연 전극에서 나와 외부 회로를 거쳐 구리 전극으로 이동한다.

선지별 해설

① X — $CO + CO_3^{2-} \rightarrow 2CO_2 + 2e^-$는 일산화탄소가 전자를 내놓는 산화 반응으로, 다니엘 전지의 (+)극 반응이 아니다. 틀린 부분은 이 반응을 다니엘 전지의 (+)극 반응으로 본 점이며, 올바른 (+)극 반응은 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$이다.
② X — $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$는 다니엘 전지에서 실제로 일어나지만, (+)극이 아니라 (-)극인 아연 전극의 산화 반응이다. 틀린 부분은 전극의 부호이며, (+)극에서는 Cu^{2+}가 전자를 받아 구리로 환원된다.
③ O — 다니엘 전지의 (+)극은 구리 전극인 환원극이다. 따라서 용액의 Cu^{2+}가 전자 2개를 받아 금속 구리로 석출되는 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$가 일어난다.
④ X — $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$는 수소가 전자를 내놓는 산화 반응이며, 다니엘 전지는 수소 전극을 사용하지 않는다. 틀린 부분은 이 반응을 다니엘 전지의 (+)극 반응으로 본 점이며, 올바른 반응은 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$이다.

오답 포인트

②는 다니엘 전지에서 실제로 일어나는 반응이어서 고르기 쉽지만, 전자를 생성하는 산화 반응이므로 (-)극 반응이다. 문제의 핵심은 반응의 존재 여부가 아니라 '(+)극'이라는 조건이다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학 전지에서는 산화 반응이 일어나 전자를 내놓는 전극이 (-)극이고, 환원 반응이 일어나 전자를 받는 전극이 (+)극이다. 반응식에서 전자가 생성물 쪽이면 산화, 반응물 쪽이면 환원으로 판별한다.

NoteBase

암기 포인트

다니엘 전지: 아연은 산화되는 (-)극, 구리는 석출되는 (+)극이다.

NoteBase

문 9. 이온교환막법을 이용한 가성소다 제조 과정에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 선택적으로 음이온만 통과시키는 음이온 교환막이 사용된다.

② 전해가 개시되면 양극에서는 염소기체가 발생한다.

③ 양극에서는 수소이온의 환원으로 수소기체 발생과 함께 pH가 상승한다.

④ 가성소다 용액은 양극이 설치되어 있는 양극실에서 제조된다.

정답 2번

출제 포인트

이온교환막법에서 막을 통과하는 이온과 양극·음극의 반응 및 가성소다 생성 위치를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

이온교환막법은 양극실의 정제 소금물을 전기분해하고, 양이온 교환막을 통해 Na^+만 음극실로 이동시켜 가성소다를 제조하는 방법이다.
양극에서는 염화 이온이 산화되어 염소기체가 발생한다: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$.
음극에서는 물이 환원되어 수소기체와 수산화 이온이 생성된다: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$. 이동한 Na^+와 생성된 OH^-가 음극실에서 가성소다를 이룬다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '음이온만 통과시키는 음이온 교환막'이다. 실제로는 Na^+와 같은 양이온을 선택적으로 통과시키는 양이온 교환막을 사용한다.
② O — 양극에서 염화 이온이 전자를 잃고 산화되므로 염소기체가 발생한다.
③ X — 틀린 표현은 '양극에서 수소이온의 환원'이다. 실제로는 음극에서 물이 환원되어 수소기체와 OH^-가 생기므로 음극실의 pH가 상승한다.
④ X — 틀린 표현은 '양극실에서 제조된다'이다. 실제로 가성소다 용액은 막을 통과한 Na^+와 음극 반응으로 생성된 OH^-가 존재하는 음극실에서 제조된다.

오답 포인트

①은 막의 이름을 음이온 교환막으로 바꾸고, ③과 ④는 음극에서 일어나는 반응과 생성 위치를 양극으로 바꾼 선지이다. '양극은 염소, 음극은 수소와 가성소다'라는 전극별 역할을 뒤바꾼 것이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 산화가 일어나는 양극에서 Cl^-가 Cl_2로 되는지 확인한다. 다음으로 환원이 일어나는 음극에서 물로부터 H_2와 OH^-가 생성되는지 확인하고, 양이온 교환막을 지난 Na^+가 음극실의 OH^-와 만나 $NaOH$를 이룬다고 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

양이온막으로 Na^+ 이동, 양극은 Cl_2, 음극은 H_2와 $NaOH$이다.

문 10. 건식법에 의한 인산 제조공정에 대한 설명 중 가장 옳은 것은?

① 저품위의 인광석을 원료로 할 수 없다.

② 고농도 인산을 제조할 수 없다.

③ 인의 기화와 산화를 별도로 할 수 있다.

④ 대표적인 건식법은 이수염법이다.

정답 3번

출제 포인트

인산 제조의 건식법과 습식법을 원료의 품위, 제품 농도, 공정 단계, 황산칼슘의 생성 여부로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

건식법은 인광석을 코크스·규석과 함께 전기로에서 환원하여 인을 기화시킨 뒤, 이를 산화하고 물에 흡수시켜 인산을 만드는 방법이다. 불순물은 주로 슬래그 등에 남으므로 고순도·고농도 인산을 얻을 수 있다.
습식법은 인광석을 황산으로 분해하여 인산과 황산칼슘을 얻는 방법이다. 이수염법은 황산칼슘을 이수석고 형태로 석출하는 대표적인 습식법이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '저품위의 인광석을 원료로 할 수 없다'이다. 건식법은 인을 기화시키고 불순물을 슬래그 등에 남겨 분리하므로 저품위 인광석도 원료로 사용할 수 있다.
② X — 틀린 표현은 '고농도 인산을 제조할 수 없다'이다. 건식법은 인을 산화한 뒤 물에 흡수시키는 과정에서 농도를 조절할 수 있어 고농도 인산을 제조할 수 있다.
③ O — 전기로에서 인을 기화시키는 단계와 기화된 인을 연소·산화시키는 단계를 분리하여 운전할 수 있으므로 옳다.
④ X — 틀린 표현은 '대표적인 건식법은 이수염법'이다. 이수염법은 인광석을 황산으로 분해하고 이수석고를 석출하는 습식법이다. 대표적인 건식법은 전기로법이다.

오답 포인트

④의 '이수염'이 건조 상태를 뜻한다고 오해하기 쉽다. 이수염법의 명칭은 생성되는 황산칼슘 결정에 결정수 2분자가 포함된다는 뜻이며, 공정 분류는 습식법이다. 또한 건식법은 제품을 묽게 만드는 방법이 아니라 기화·산화·흡수로 고순도·고농도 인산을 만드는 방법이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기로·코크스·인의 기화·인의 산화가 나오면 건식법으로, 황산 분해·석고·이수염 또는 반수염이 나오면 습식법으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

건식법은 '전기로에서 인을 기화한 뒤 산화', 이수염법은 '황산으로 분해하는 습식법'이다.

NoteBase

문 11. 수처리 공정의 생물학적 처리방법 중 유기물을 혐기성 분해시킬 때 발생되는 기체로 가장 옳지 않은 것은?

① NH_3

② H_2S

③ CH_4

④ NO_3

정답 4번

출제 포인트

혐기성 유기물 분해 과정에서 생성되는 기체와 기체가 아닌 질소산화물을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

혐기성 분해는 산소가 부족한 조건에서 미생물이 유기물을 분해하는 과정이다. 이 과정에서는 메테인, 황화수소, 암모니아 등의 기체가 생길 수 있다. 반면 질산 이온은 기체가 아니며, 혐기성 탈질 과정에서는 질산성 질소가 환원되어 주로 질소 기체로 전환된다.

선지별 해설

① O — NH_3는 질소를 포함한 유기물이 분해될 때 생성될 수 있는 암모니아 기체이다.
② O — H_2S는 황을 포함한 물질이 혐기성 조건에서 환원·분해될 때 생성될 수 있는 황화수소 기체이다.
③ O — CH_4는 메테인 생성 미생물이 유기물 분해 산물을 이용하는 혐기성 소화의 대표적인 생성 기체이다.
④ X — 틀린 표현은 NO_3이다. 질산 이온 NO_3^-은 기체가 아니다. 올바르게는 혐기성 탈질에서 질산성 질소가 환원되어 N_2와 같은 질소 기체가 생성될 수 있다고 해야 한다.

오답 포인트

④의 NO_3는 질소를 포함한다는 점 때문에 기체 생성물처럼 보일 수 있지만, 실제로는 수중에 존재하는 질산 이온을 나타낸다. 탈질의 기체 생성물인 N_2와 혼동하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학식이 실제 기체 분자인지 먼저 확인한다. 혐기성 분해의 대표 기체인 CH_4, H_2S, NH_3와 수중 이온인 NO_3^-을 구분하면 된다.

암기 포인트

혐기성 분해의 기체는 메테인·황화수소·암모니아이고, 질산 이온은 기체가 아니다.

NoteBase

문 12. 다음의 반응에서 0.8 ton의 $CaCN_2$를 제조하기 위한 질소의 이론 소요량은 몇 kg인가? (단, 원자량은 Ca=40, C=12, N=14 이다.)

$$CaC_2 + N_2 \rightarrow CaCN_2 + C + 72{,}700cal$$

① 430 kg

② 350 kg

③ 280 kg

④ 160 kg

정답 3번

출제 포인트

반응식의 몰비와 몰질량비를 이용하여 생성물의 질량으로부터 반응물의 이론 소요량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $CaCN_2$ 생성량은 $0.8ton = 800kg$이다.
구해야 할 값: N_2의 이론 소요량이다.
주의할 조건: 반응식에서 N_2와 $CaCN_2$의 몰비는 1 : 1이며, 질량비가 1 : 1인 것은 아니다.

사용할 공식

$m(N_2) = m(CaCN_2) \times \frac{M(N_2)}{M(CaCN_2)}$
반응식에서 두 물질의 계수가 모두 1이므로 몰수는 같고, 질량은 각 물질의 몰질량에 비례한다.

계산 과정

1. 몰질량을 계산한다.
$M(N_2) = 2 \times 14 = 28g/mol$
$M(CaCN_2) = 40 + 12 + 2 \times 14 = 80g/mol$
2. 반응 몰비 1 : 1을 몰질량비로 바꾸면 질량비는 28 : 80이다.
3. 질소의 이론 소요량을 계산한다.
$800kg \times \frac{28}{80} = 280kg$

NoteBase

선지 판단

① X — ①의 430kg은 몰질량비 28/80을 적용한 결과와 일치하지 않는다. 올바른 이론 소요량은 280kg이다.
② X — ②의 350kg은 800kg × 28/80의 계산값이 아니다. 올바른 값은 280kg이다.
③ O — 800kg × 28/80 = 280kg이므로 반응식에 따른 질소의 이론 소요량과 일치한다.
④ X — ④의 160kg은 N_2와 $CaCN_2$의 몰질량비를 잘못 적용한 값이다. 올바른 값은 280kg이다.

오답 포인트

반응계수가 1 : 1이라는 사실을 질량비 1 : 1로 해석하면 안 된다. 반응계수는 몰비를 뜻하므로, N_2와 $CaCN_2$의 몰질량 28g/mol, 80g/mol을 이용해 질량비 28 : 80으로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학량론 계산은 반응식의 계수로 몰비를 확인하고, 각 물질의 몰질량을 구한 뒤, 주어진 질량의 단위를 통일하여 질량비를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

반응계수는 몰비이고, 질량비는 반응계수에 몰질량을 곱해 구한다. 이 반응에서는 $N_2 : CaCN_2 = 28 : 80$이다.

NoteBase

문 13. 다음 중 시약의 보관 방법으로 가장 옳은 것은?

① *Na*은 반응성이 강하기 때문에 물 속에 보관한다.

② *HF*는 독성이 있기 때문에 유리병에 보관해야 한다.

③ *NaOH*은 조해성이 있으므로 바람이 잘 통하도록 보관한다.

④ 진한 HNO_3은 햇빛에 의해 분해되기 때문에 갈색병에 보관한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 시약의 반응성·부식성·조해성·광분해성을 구분하고, 각 성질에 맞는 보관 용기와 환경을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

나트륨은 물과 격렬하게 반응하므로 물과 공기를 차단할 수 있는 석유나 유동 파라핀 속에 보관한다.
불화수소산은 유리의 주성분인 이산화 규소를 부식시키므로 폴리에틸렌 등의 플라스틱 용기에 보관한다. 수산화나트륨은 공기 중 수분을 흡수하는 조해성과 이산화 탄소를 흡수하는 성질이 있으므로 밀폐 보관한다. 진한 질산은 빛에 의해 분해될 수 있으므로 갈색병에 넣어 빛을 차단해 보관한다.

선지별 해설

① X — 틀린 부분은 '물 속에 보관한다'이다. 나트륨은 물과 격렬하게 반응하여 수소와 열을 발생시키므로, 물이 아니라 석유나 유동 파라핀 속에 보관한다.
② X — 틀린 부분은 '유리병에 보관해야 한다'이다. *HF*는 유리의 SiO_2와 반응하여 유리를 부식시키므로, 유리병이 아니라 폴리에틸렌 등의 플라스틱 용기에 보관한다.
③ X — 틀린 부분은 '바람이 잘 통하도록 보관한다'이다. *NaOH*은 조해성이 있어 공기 중 수분을 흡수하고 이산화 탄소와도 반응하므로, 공기와의 접촉을 줄이도록 밀폐 보관한다.
④ O — 진한 HNO_3은 햇빛을 받으면 분해되어 이산화 질소 등이 생길 수 있으므로, 빛을 차단하는 갈색병에 보관한다.

오답 포인트

독성이나 반응성이 강하다는 사실만 보고 보관법을 정하면 틀리기 쉽다. ①은 물과의 반응성, ②는 유리 부식성, ③은 공기 중 수분을 흡수하는 조해성, ④는 빛에 의한 분해가 각각 결정적인 판단 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

시약의 위험 성질과 차단해야 할 대상을 연결한다. 물과 반응하면 물을 차단하고, 유리를 부식하면 플라스틱 용기를 사용하며, 조해성이 있으면 밀폐하고, 빛에 의해 분해되면 갈색병으로 차광한다.

NoteBase

암기 포인트

나트륨은 석유 속, HF는 플라스틱병, $NaOH$은 밀폐, 진한 HNO_3은 갈색병이다.

NoteBase

문 14. 질산 제조방법 중 암모니아 산화법(Ostwald법)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 촉매로 가장 널리 사용되는 것은 백금-로듐(Pt-Rh)이다.

② 가압법은 상압법에 비해 촉매의 소모량이 크다.

③ 가압법은 생성된 질산의 농도가 상압법보다 낮다.

④ Frank-Caro Process는 상압법에 해당한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Ostwald법의 촉매와 상압법·가압법의 운전 특성, 특히 압력에 따른 촉매 소모량과 생성 질산 농도의 차이를 묻는다.

핵심 개념

Ostwald법은 암모니아를 촉매 산화하여 일산화질소를 만들고, 이를 이산화질소로 산화한 뒤 물에 흡수시켜 질산을 제조하는 공정이다. 암모니아 산화에는 Pt-Rh 망 촉매가 널리 쓰인다. 상압법은 산화와 흡수를 낮은 압력에서 수행하고, 가압법은 높은 압력에서 운전하여 질소산화물의 흡수를 유리하게 하므로 더 높은 농도의 질산을 얻을 수 있지만 Pt계 촉매의 소모는 커진다.

선지별 해설

① O — 암모니아를 일산화질소로 산화하는 공업용 촉매로 Pt-Rh 합금망이 널리 사용된다. Rh는 Pt 촉매의 기계적 강도와 내구성을 높인다.
② O — 가압 운전에서는 Pt계 촉매의 휘발·손실이 증가하므로 상압법보다 촉매 소모량이 크다.
③ X — 틀린 표현은 '질산의 농도가 상압법보다 낮다'이다. 실제로는 높은 압력이 질소산화물의 흡수를 촉진하므로 가압법에서 얻는 질산의 농도가 상압법보다 높다.
④ O — 질산 제조 공정의 분류에서 Frank-Caro Process는 암모니아 산화와 질소산화물 흡수를 낮은 압력에서 수행하는 상압법 계열에 해당한다.

오답 포인트

가압하면 암모니아의 일산화질소 전환율이 항상 좋아진다고 생각하기 쉽지만, 이 문항의 핵심은 흡수 단계이다. 압력이 높을수록 질소산화물의 물 흡수가 유리해져 생성 질산의 농도는 높아진다. 따라서 ③의 '낮다'가 반대로 서술된 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

Ostwald법의 압력 비교에서는 '가압 → 질소산화물 흡수 유리 → 질산 농도 상승'과 '가압 → Pt계 촉매 손실 증가'를 함께 연결하여 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

가압법은 질산 농도도 높고 촉매 소모도 크며, Frank-Caro 방식은 상압법이다.

NoteBase

문 15. 다음 중 규소에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

㉠ 규소는 4족 원소로 지각에서 산소 다음 2번째로 많이 존재한다.
㉡ 규소는 반도체 원료로 사용된다.
㉢ *Si – H* 결합은 *C – H* 결합보다 약하다.

① ㉡
② ㉠, ㉡
③ ㉠, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 4번

출제 포인트

규소의 주기율표상 위치, 지각에서의 존재량, 반도체 재료로서의 용도, 결합 세기를 종합하여 판단하는 문제이다.

핵심 개념

규소(Si)는 탄소와 같은 14족 원소이며, 지각에서 산소 다음으로 풍부한 원소이다. 고순도 규소는 반도체 재료로 사용된다. 또한 Si 원자는 C 원자보다 커서 Si-H 결합 길이가 더 길고 결합 세기는 C-H 결합보다 약하다. 따라서 ㉠, ㉡, ㉢은 모두 옳다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉡만 고른 것이 틀렸다. 규소가 반도체 원료로 사용된다는 ㉡뿐 아니라 14족 원소이며 지각에서 산소 다음으로 많이 존재한다는 ㉠과 Si-H 결합이 C-H 결합보다 약하다는 ㉢도 옳다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.

② X
㉠과 ㉡만 고르고 옳은 ㉢을 빠뜨린 것이 틀렸다. Si-H 결합은 C-H 결합보다 길고 약하므로 ㉢도 포함해야 한다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.

③ X
㉠과 ㉢만 고르고 옳은 ㉡을 빠뜨린 것이 틀렸다. 고순도 규소는 전기적 성질을 제어할 수 있어 반도체 원료로 사용되므로 ㉡도 포함해야 한다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.

④ O
㉠은 규소의 족과 지각 존재량, ㉡은 반도체 용도, ㉢은 Si-H와 C-H의 결합 세기 비교에 관한 옳은 설명이므로 세 진술을 모두 고른 조합이 맞다.

오답 포인트

㉢에서 같은 14족 원소인 탄소와 규소가 수소와 비슷한 세기의 결합을 만든다고 생각하기 쉽다. 그러나 Si 원자가 더 커서 Si-H 결합은 C-H 결합보다 길고 약하다. 따라서 ㉢을 제외한 ②나 ㉡을 제외한 ③을 고르면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

규소 문항에서는 먼저 14족 원소인지, 지각 존재량이 산소 다음인지, 반도체 재료로 쓰이는지를 확인한다. 결합 세기는 중심 원자가 커질수록 수소와의 결합 길이가 길어져 약해지는 경향을 적용하여 C-H가 Si-H보다 강하다고 판단한다.

암기 포인트

규소는 14족·지각 2위·반도체 원료이며, 결합 세기는 C-H가 Si-H보다 강하다.

NoteBase

문 16. 합성염산 제조공정에서 폭발방지의 목적으로 공급하는 수소와 염소의 몰비에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 수소와 염소의 몰비는 1:1로 공급한다.

② 수소와 염소의 몰비는 1:1보다 수소가 약간 과잉인 상태로 공급한다.

③ 수소와 염소의 몰비는 1:1보다 염소가 약간 과잉인 상태로 공급한다.

④ 수소와 염소의 몰비는 초기 1:1에서 점차 염소의 양을 증가시켜 20% 과잉상태까지 공급한다.

정답 2번

출제 포인트

합성염산 제조에서 수소와 염소의 이론 몰비와 폭발 방지를 위한 실제 공급 조건의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

염화수소의 합성 반응은 $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$이므로 이론 몰비 $H_2 : Cl_2$는 1:1이다. 실제 공정에서는 조성 변동으로 염소가 남지 않도록 수소를 약간 과잉 공급하여 수소 과잉 상태를 유지한다. 이는 미반응 염소의 축적 가능성을 낮추고 공정을 안전하게 운전하기 위한 조건이다.

선지별 해설

① X — 이론 반응비는 1:1이지만, 정확히 1:1로 공급하면 유량 변동 등에 대한 안전 여유가 없어 순간적으로 염소 과잉 상태가 될 수 있다. 틀린 표현은 '1:1로 공급한다'이며, 실제로는 수소를 약간 과잉 공급한다.
② O — 수소를 화학양론적 1:1보다 약간 과잉 공급하면 염소가 완전히 반응하도록 하여 미반응 염소가 남거나 축적될 가능성을 낮출 수 있다.
③ X — 염소를 약간 과잉 공급하면 미반응 염소가 남을 수 있으므로 폭발 방지를 위한 운전 조건에 맞지 않는다. 틀린 표현은 '염소가 약간 과잉'이며, 올바르게는 '수소가 약간 과잉'이다.
④ X — 염소의 공급량을 점차 늘려 20% 과잉으로 만드는 것은 미반응 염소의 발생·축적 위험을 키우므로 안전 운전 원칙과 반대이다. 틀린 표현은 '염소의 양을 증가시켜 20% 과잉상태'이며, 올바르게는 1:1보다 수소가 약간 과잉인 상태로 공급하는 것이다.

오답 포인트

반응식의 이론 몰비가 1:1이라는 사실만 보고 ①을 고르기 쉽다. 이 문항은 화학양론값이 아니라 실제 공정의 안전 여유를 묻고 있으며, 과잉으로 두는 기체는 염소가 아니라 수소이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응식에서 이론 몰비 1:1을 확인한 뒤, 실제 안전 운전에서는 어느 반응물을 약간 과잉으로 두어 위험한 미반응 성분의 잔류를 막는지 판단한다. 합성염산 공정에서는 수소를 약간 과잉으로 공급한다.

NoteBase

암기 포인트

합성염산은 이론상 1:1, 실제 안전 운전은 수소 약간 과잉이다.

NoteBase

문 17. 인광석을 황산으로 분해하여 인산을 제조하는 습식법의 경우 생성되는 부산물은?

① 인산나트륨

② 석고

③ 석회질소

④ 황산칼륨

정답 2번

출제 포인트

인광석을 황산으로 분해하는 습식 인산 제조에서 인산과 함께 생기는 부산물을 묻는 문제이다.

핵심 개념

습식법은 인광석의 인산칼슘 성분을 황산과 반응시켜 인산을 얻는 공정이다. 이때 칼슘 이온이 황산 이온과 결합하여 황산칼슘 수화물인 석고가 생성된다. 단순화한 반응식은 다음과 같다.

$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 + 6H_2O \rightarrow 2H_3PO_4 + 3CaSO_4 \cdot 2H_2O$

선지별 해설

① X — 인산나트륨은 습식 인산 제조의 부산물이 아니다. 인산을 수산화나트륨 등의 나트륨 화합물로 중화하여 만드는 염이며, 이 공정의 부산물은 석고이다.

② O — 인광석 속 칼슘 성분이 황산과 반응하여 황산칼슘 수화물인 석고를 형성하므로 옳다.

③ X — 석회질소는 습식 인산 제조의 부산물이 아니다. 석회질소는 탄화칼슘에 질소를 반응시켜 제조하는 칼슘시안아미드 계열 비료이며, 이 공정의 부산물은 석고이다.

④ X — 황산칼륨은 습식 인산 제조의 부산물이 아니다. 인광석의 주된 양이온은 칼슘이므로 황산과 반응하여 생기는 고체 부산물은 황산칼슘 수화물인 석고이다.

오답 포인트

황산을 사용한다는 점만 보고 ④ 황산칼륨을 고르기 쉽다. 그러나 생성물은 투입 산의 황산 이온뿐 아니라 인광석에서 나온 양이온에 의해 결정되며, 그 양이온은 칼륨이 아니라 칼슘이다.

다시 나오면 이렇게 판단

인광석의 인산칼슘과 황산의 반응을 떠올리면 목적 생성물은 인산이고, 칼슘과 황산 이온이 결합한 석고가 부산물로 남는다고 판단한다.

암기 포인트

인광석 + 황산 → 인산 + 석고이다.

NoteBase

문 18. 활성탄 원료물질의 선정기준으로 적합한 것을 모두 고른 것은?

㉠ 수율이 좋고 활성화가 용이할 것
㉡ 보관할 때 분해되지 않을 것
㉢ 쉽게 구할 수 있고 값이 저렴할 것
㉣ 무기물 함량이 많을 것

① ㉠, ㉡
② ㉡, ㉢
③ ㉠, ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢, ㉣

정답 3번

출제 포인트

활성탄 원료는 제조 효율과 경제성이 높고 저장 중 안정하며, 최종 활성탄의 기공 발달을 방해하는 무기물은 적어야 한다는 선정기준을 묻는 문제이다.

핵심 개념

좋은 활성탄 원료는 활성화가 쉽고 수율이 높으며, 보관 중 분해되지 않고, 쉽게 구할 수 있어 가격이 저렴해야 한다. 무기물은 활성탄의 유효 탄소 성분이 아니며 회분으로 남으므로 그 함량이 적은 원료가 적합하다. 따라서 ㉠, ㉡, ㉢은 적합하고 ㉣은 부적합하다.

선지별 해설

① X — ㉠과 ㉡은 맞지만, 경제성 기준에 해당하는 ㉢도 적합하므로 빠뜨린 선택지이다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.
② X — ㉡과 ㉢은 맞지만, 높은 수율과 쉬운 활성화를 요구하는 ㉠도 적합하므로 빠뜨린 선택지이다. 올바르게는 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 골라야 한다.
③ O — 수율과 활성화 용이성, 저장 안정성, 원료의 수급성과 경제성은 모두 적합한 선정기준이므로 ㉠, ㉡, ㉢의 조합이 옳다.
④ X — 틀린 부분은 '㉣ 무기물 함량이 많을 것'이다. 무기물은 활성탄 제조 후 회분으로 남으므로, 올바르게는 무기물 함량이 적을 것이어야 한다.

오답 포인트

원료가 단단하고 안정적이어야 한다는 생각을 '무기물이 많아야 한다'와 연결하기 쉽다. 그러나 활성탄에서 필요한 것은 탄소질과 발달한 기공이며, 무기물은 회분을 늘리므로 ㉣의 '많을 것'이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

활성탄 원료의 조건은 제조성·저장성·경제성·낮은 회분의 네 축으로 판단한다. 수율이 높고 활성화가 쉬운지, 저장 중 안정한지, 값싸고 구하기 쉬운지, 무기물 함량이 적은지를 차례로 확인한다.

암기 포인트

활성탄 원료는 잘 만들어지고, 잘 보관되며, 싸고 흔하고, 회분은 적어야 한다.

NoteBase

문 19. 다음 중 접촉식 황산 제조공업에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① SO_2를 산화시켜 SO_3를 생성하는 반응은 발열 반응이다.

② 수명이 길고 고온에서 안정적인 바나듐(V_2O_5) 촉매가 많이 이용된다.

③ SO_3를 흡수탑에서 약 98% 황산에 흡수시켜 발연황산을 만든다.

④ SO_3 생성 촉진을 위하여 1,000℃이상 고온에서 반응을 진행한다.

정답 4번

출제 포인트

접촉식 황산 제조에서 이산화황의 산화 평형, 촉매, 반응 온도 및 삼산화황의 흡수 방법을 묻는 문제이다.

핵심 개념

접촉식 황산 제조의 핵심 반응은 $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$이며 발열·가역 반응이다. 낮은 온도는 평형상 유리하지만 반응 속도가 느리므로, 실제 공정에서는 V_2O_5 촉매를 사용하여 약 400~500℃에서 반응시킨다. 생성된 SO_3는 물에 직접 흡수시키지 않고 약 98% 황산에 흡수시켜 발연황산으로 만든 뒤 필요한 농도로 희석한다.

선지별 해설

① O — SO_2가 SO_3로 산화되는 반응은 열을 방출하는 발열 반응이다.
② O — 접촉식 공정에서는 수명이 길고 고온에서도 비교적 안정적인 V_2O_5 촉매를 널리 사용한다.
③ O — 생성된 SO_3를 약 98% 황산에 흡수하면 발연황산이 만들어진다.
④ X — 틀린 표현은 '1,000℃ 이상 고온'이다. 이 반응은 발열·가역 반응이므로 지나치게 높은 온도에서는 SO_3의 평형 수율이 낮아진다. 올바르게는 V_2O_5 촉매를 사용하여 약 400~500℃에서 반응을 진행한다.

오답 포인트

온도를 높이면 반응 속도는 빨라지지만, 발열 반응의 평형이 항상 생성물 쪽으로 이동하는 것은 아니다. ④는 반응 속도만 생각하게 하여 '1,000℃ 이상'을 고르게 만드는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

접촉식 공정은 '발열·가역 반응 → 저온은 평형상 유리, 너무 낮으면 속도가 느림 → 촉매를 사용한 약 400~500℃의 절충 온도' 순서로 판단한다.

암기 포인트

접촉식 황산 제조는 V_2O_5, 약 400~500℃, 98% 황산 흡수로 정리된다.

NoteBase

문 20. SO_2 2 mol을 SO_3로 산화하기 위해서 소비되는 공기의 양은 표준상태에서 약 얼마인가? (단, 공기 중 산소의 비율은 20%이다.)

① 112 L

② 111 L

③ 110 L

④ 109 L

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이산화황의 산화 반응식에서 산소의 몰수를 구한 뒤, 공기 중 산소의 부피 비율을 적용하여 표준상태의 공기 부피를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: SO_2 2 mol, 공기 중 산소 비율 20%
구해야 할 값: SO_2를 모두 SO_3로 산화하는 데 필요한 공기의 표준상태 부피
주의할 조건: 먼저 필요한 O_2의 양을 구하고, 그 값이 공기 전체의 20%가 되도록 환산한다. 표준상태에서 기체 1 mol의 부피는 약 $22.4L$이다.

사용할 공식

반응식은 다음과 같다.
$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$
따라서 필요한 산소의 몰수는 $n(O_2) = \frac{1}{2}n(SO_2)$이다. 또한 공기 중 산소의 부피 비율이 0.20이므로 필요한 공기 부피는 $V_{air} = \frac{V_{O_2}}{0.20}$이다. 같은 온도와 압력에서 기체의 부피비는 몰비와 같으므로 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 반응식의 몰비 $SO_2 : O_2 = 2 : 1$에 따라 SO_2 2 mol에 필요한 O_2는 1 mol이다.
2. 표준상태에서 O_2 1 mol의 부피는 약 $22.4L$이다.
3. 이 산소가 공기의 20%이므로 필요한 공기 부피는 다음과 같다.
$V_{air} = \frac{22.4L}{0.20} = 112L$

NoteBase

선지 판단

① O — 계산값 112L와 일치한다.
② X — 111L는 계산값보다 1L 작다. 올바르게는 112L이다.
③ X — 110L는 계산값보다 2L 작다. 올바르게는 112L이다.
④ X — 109L는 계산값보다 3L 작다. 올바르게는 112L이다.
계산 결과 필요한 공기는 약 112L이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

산소 1 mol의 부피인 22.4L를 곧바로 공기의 부피로 고르면 안 된다. 공기 중 산소가 20%이므로 산소 부피를 0.20으로 나누어야 한다. 또한 22.4/0.20 = 112는 정확히 나누어지므로 111, 110, 109로 임의 반올림할 근거가 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식으로 필요한 산소의 몰수를 정하고, 표준상태 몰부피로 산소 부피를 구한 다음, 산소의 공기 중 부피분율로 나누어 공기 전체 부피를 계산한다.

암기 포인트

$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$, 산소 20%인 공기의 부피는 필요한 산소 부피의 5배이다.

NoteBase