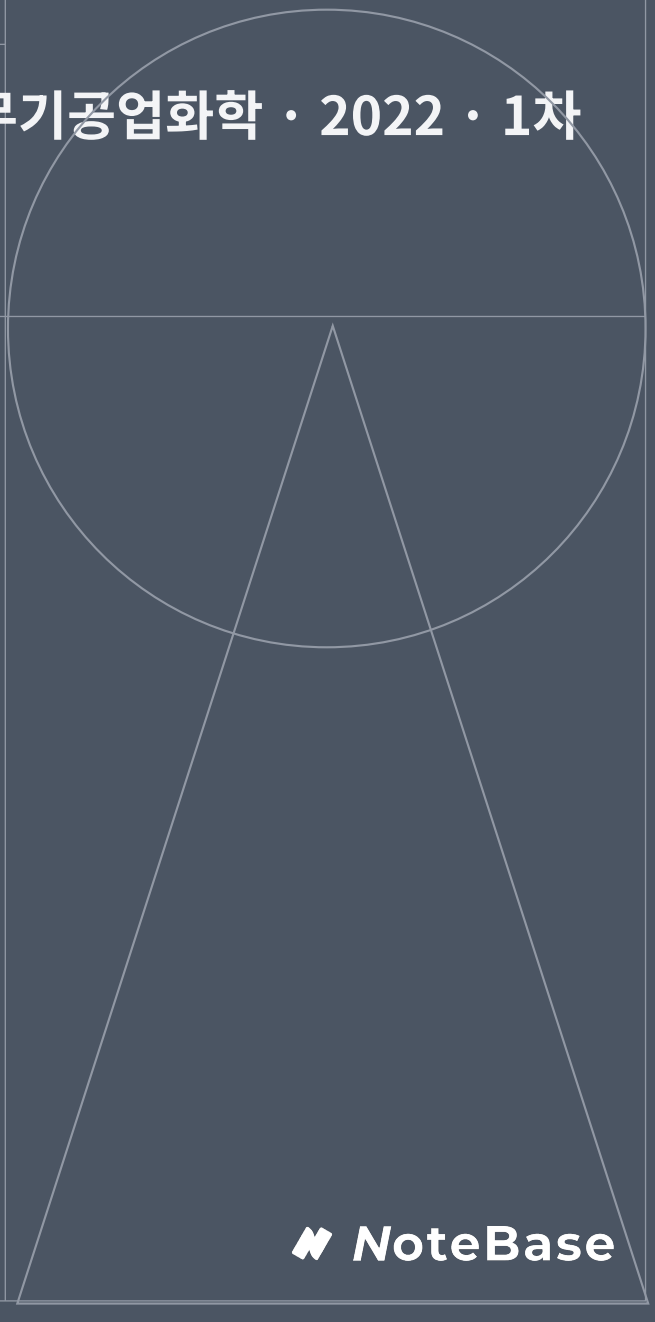
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2022 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2022 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2022 · 1차

문 1. 질산을 제조하는 공정 중 40 ~ 50% HNO_3를 얻으려면 다음 중 어떤 방법이 가장 적당한가?

① Frank-caro 법

② Du pont 법

③ Pauling 법

④ 직접합성법

정답 1번

출제 포인트

질산 제조법을 운전 압력과 얻어지는 질산의 농도에 따라 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Frank-Caro 법은 암모니아를 산화한 뒤 질소산화물을 상압에서 물에 흡수시켜 묽은 질산을 만드는 공정이며, 생성 산의 농도는 약 40~50%이다. Du Pont 법은 가압하여 산화·흡수를 촉진하는 공정이므로 이보다 농도가 높은 질산을 얻는 데 대응한다. Pauling 법과 직접합성법은 농질산 제조에 대응한다.

선지별 해설

① O — Frank-Caro 법은 상압 흡수 공정으로 약 40~50%의 HNO_3를 얻는 방법이므로 조건에 맞는다.
② X — Du Pont 법은 가압 공정이어서 Frank-Caro 법보다 질소산화물의 흡수가 잘 되고 더 높은 농도의 질산을 얻는다. 40~50%의 묽은 질산을 얻는 방법으로는 Frank-Caro 법이 알맞다.
③ X — Pauling 법은 묽은 질산에 진한 황산을 탈수제로 사용하여 공비 한계를 넘는 농질산을 만드는 농축법이다. 40~50% 질산 제조법으로는 Frank-Caro 법이 알맞다.
④ X — 직접합성법은 질소산화물·물·산소를 가압 반응시켜 농질산을 직접 얻는 방법이다. 40~50%의 묽은 질산을 목표로 하는 공정은 Frank-Caro 법이다.

오답 포인트

②의 Du Pont 법도 암모니아 산화에 의한 질산 제조법이라는 점 때문에 혼동하기 쉽다. 구별 기준은 흡수 압력과 제품 농도이며, 상압·40~50%는 Frank-Caro 법이고 가압·더 높은 농도는 Du Pont 법이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

목표 농도가 40~50%이면 상압 흡수형인 Frank-Caro 법을 선택한다. 공비 농도보다 높은 농질산이 목표이면 탈수·농축 또는 직접합성 공정을 검토한다.

암기 포인트

Frank-Caro는 상압·40~50%, Du Pont는 가압, Pauling은 황산 탈수·농축이다.

NoteBase

문 2. 제염방법 중 해수를 가열하여 농축된 슬러리를 건조기에 보낸 후 소금을 얻는 방식으로서 각종 미네랄 및 흡습방지 성분이 포함되어 식탁염을 생산하는 것은?

① 진공 증발법

② 증기 압축식 증발법

③ 액중 연소법

④ 이온 교환막 제염법

정답 3번

출제 포인트

해수를 농축하는 제염법을 가열 방식과 공정의 특징으로 구별하는 문제이다. 농축된 슬러리를 건조기에 보내고 미네랄과 흡습방지 성분을 포함한 식탁염을 만드는 방식은 액중 연소법이다.

핵심 개념

액중 연소법은 연료의 연소가스를 해수나 농축 염수 속에 직접 불어넣어 가열·증발시키고, 생성된 농축 슬러리를 건조하여 소금을 얻는 방법이다.
진공 증발법은 감압하여 끓는점을 낮춘 상태에서 염수를 증발시키는 방법이고, 증기 압축식 증발법은 발생한 증기를 압축·승온하여 가열원으로 다시 이용하는 방법이다. 이온 교환막 제염법은 전기장과 선택투과성 막을 이용하여 해수의 이온을 이동시켜 농축 염수를 얻는 방법이다.

선지별 해설

① X — 진공 증발법은 감압으로 염수의 끓는점을 낮추어 증발·결정시키는 방식이다. 틀린 연결은 '농축 슬러리를 건조기에 보내 미네랄과 흡습방지 성분을 포함한 식탁염을 생산한다'는 공정 특징이며, 이는 진공 증발법이 아니라 액중 연소법이다.
② X — 증기 압축식 증발법은 증발기에서 나온 증기를 압축해 온도를 높인 뒤 가열 증기로 재사용하는 방식이다. 제시된 직접 가열·슬러리 건조 방식으로 고치면 액중 연소법이다.
③ O — 액중 연소법은 연소가스로 해수를 직접 가열·농축하고, 생성된 슬러리를 건조기에 보내 미네랄과 흡습방지 성분이 포함된 식탁염을 생산하는 방식이므로 제시문과 일치한다.
④ X — 이온 교환막 제염법은 선택투과성 막과 전기장을 이용해 해수 중 이온을 이동시켜 농축 염수를 얻는 방식이다. 틀린 부분은 이를 슬러리의 직접 가열·건조 공정으로 본 것이며, 제시된 방식의 올바른 명칭은 액중 연소법이다.

오답 포인트

모든 선지가 해수를 농축하는 방법이어서 결과만 보면 구별하기 어렵다. '농축된 슬러리', '건조기', '미네랄 및 흡습방지 성분이 포함된 식탁염'이라는 공정 단서가 ③ 액중 연소법을 가리킨다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

공정의 핵심 동작을 먼저 찾는다. 감압은 진공 증발법, 발생 증기의 압축·재사용은 증기 압축식, 연소가스의 액중 직접 가열과 슬러리 건조는 액중 연소법, 선택투과성 막에 의한 이온 이동은 이온 교환막 제염법으로 판단한다.

암기 포인트

액중 연소법은 '액체 속에서 직접 가열 → 슬러리 농축 → 건조 → 식탁염'으로 연결한다.

NoteBase

문 3. 다음 중 르블랑(Leblanc) 법에서 생성되는 물질 중 녹액(green liquor)은 어느 것인가?

① Na_2SO_4

② Na_2CO_3

③ $Na_2CO_3 + CaS$

④ $Na_2S + CaCO_3$

정답 2번

출제 포인트

르블랑법에서 염소다 원료가 소금 케이크, 흑회, 녹액을 거치는 과정과 각 단계의 주성분을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

르블랑법에서는 염화나트륨으로 황산나트륨인 소금 케이크를 만든 뒤, 이를 탄산칼슘 및 탄소와 반응시켜 탄산나트륨과 황화칼슘을 포함한 흑회를 만든다. 흑회를 물로 침출하면 수용성 탄산나트륨이 녹아 나온 용액인 녹액을 얻고, 황화칼슘은 주로 불용성 잔사에 남는다.
핵심 반응은 $Na_2SO_4 + CaCO_3 + 2C \rightarrow Na_2CO_3 + CaS + 2CO_2$이다.

선지별 해설

① X
Na_2SO_4는 염화나트륨과 황산의 반응으로 얻는 소금 케이크이며, 녹액이 아니다. 틀린 표현은 녹액을 Na_2SO_4로 본 부분이고, 올바르게는 녹액의 주성분은 물에 녹은 Na_2CO_3이다.

② O
흑회를 물로 침출할 때 수용성 Na_2CO_3가 용액으로 추출되므로 녹액의 주성분은 Na_2CO_3이다.

③ X
$Na_2CO_3 + CaS$는 환원·용융 공정에서 생기는 흑회의 주요 성분 조합이다. 틀린 표현은 이 혼합물을 녹액으로 본 부분이고, 올바르게는 침출 후 Na_2CO_3는 녹액으로 이동하고 CaS는 주로 불용성 잔사에 남는다.

④ X
$Na_2S + CaCO_3$는 녹액을 나타내는 조합이 아니다. 틀린 표현은 이를 녹액의 성분으로 본 부분이고, 올바르게는 흑회 생성 반응의 주요 생성물이 $Na_2CO_3 + CaS$이며 녹액의 주성분은 Na_2CO_3이다.

NoteBase

오답 포인트

③의 $Na_2CO_3 + CaS$는 반응식의 생성물이어서 정답처럼 보이지만, 이는 물로 침출하기 전 흑회의 조성이다. 문제의 녹액은 흑회 자체가 아니라 흑회에서 수용성 탄산나트륨을 추출한 용액이다.

다시 나오면 이렇게 판단

공정 단계를 소금 케이크 Na_2SO_4 → 흑회 $Na_2CO_3 + CaS$ → 물 침출액인 녹액 Na_2CO_3의 순서로 구분한다.

암기 포인트

소금 케이크는 황산나트륨, 흑회는 탄산나트륨과 황화칼슘, 녹액은 물에 녹은 탄산나트륨이다.

NoteBase

문 4. 해수 중에 NaCl을 전기분해하여 NaOH 1 kg을 얻으려면 해수 몇 L가 필요한가? (단, 분자량은 NaCl 60 g/mol, NaOH 40 g/mol, 해수 중 식염은 3% 함유하며 비중은 1로 가정한다.)

① 50

② 54

③ 56

④ 58

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 염화나트륨과 수산화나트륨의 몰 관계를 이용해 필요한 염화나트륨의 질량을 구한 뒤, 해수의 식염 질량분율과 비중을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: NaOH $1kg$, $M_{NaCl} = 60g/mol$, $M_{NaOH} = 40g/mol$, 해수의 식염 함량 3%, 비중 1이다.
구해야 할 값: 필요한 해수의 부피이다.
주의할 조건: 식염 함량 3%는 해수 질량에 대한 NaCl의 질량분율이며, 비중 1이므로 해수 $1kg$의 부피는 $1L$이다.

사용할 공식

전기분해의 전체 반응은 다음과 같다.
$2NaCl + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 + Cl_2$
따라서 NaCl과 NaOH의 몰비는 1:1이다. 필요한 해수 질량은 다음 관계로 구한다.
m_해수=m_NaCl0.03
이 공식을 쓰는 이유는 해수 질량의 3%만이 식염이기 때문이다.

계산 과정

1. 생성할 NaOH의 몰수는 $1000g \div 40g/mol = 25mol$이다.
2. 몰비가 1:1이므로 필요한 NaCl도 $25mol$이고, 그 질량은 $25mol \times 60g/mol = 1500g = 1.5kg$이다.
3. 식염 함량이 3%이므로 필요한 해수의 질량은 $1.5kg \div 0.03 = 50kg$이다.
4. 비중이 1이므로 $50kg$의 해수는 $50L$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과 필요한 해수는 50L이므로 옳다.
② X — 54L는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 50L이다.
③ X — 56L는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 50L이다.
④ X — 58L는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 50L이다.

오답 포인트

3%를 바로 부피비로 적용하거나, NaOH 1kg을 만드는 데 필요한 NaCl의 질량을 먼저 구하지 않으면 오답이 된다. 먼저 1:1 몰비로 NaCl 질량을 구하고, 그 질량이 해수 전체 질량의 3%라는 관계를 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

생성물의 질량을 몰수로 변환한 뒤 반응 몰비로 원료의 몰수와 질량을 구하고, 마지막에 농도와 밀도를 적용해 용액의 부피로 바꾸는 순서로 판단한다.

암기 포인트

NaCl 1몰은 NaOH 1몰을 만들며, 용액 질량은 용질 질량을 질량분율로 나눈 값이다.

NoteBase

문 5. 요소 제조 공정에서 반응기로 도입된 NH_3의 50 wt%가 CO_2와 반응하여 요소로 전환되었다. 이때 요소 $[CO(NH_2)_2]$ 180 kg을 생산하기 위하여 필요한 NH_3의 공급량(kg)은? (단, 원자량은 C 12 g/mol, O 16 g/mol, N 14 g/mol, H 1 g/mol로 가정한다.)

① 88

② 136

③ 204

④ 268

정답 3번

출제 포인트

요소 생성 반응의 몰비로 실제 반응한 암모니아의 질량을 구한 뒤, 암모니아의 전환율 50 wt%를 적용하여 공급량을 역산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 요소 생산량은 $180kg$, 암모니아 전환율은 50 wt%이다.
구해야 할 값: 반응기에 공급해야 하는 NH_3의 질량이다.
주의할 조건: 반응에 실제로 소비된 암모니아는 공급한 암모니아의 50%이므로, 화학양론으로 구한 소비량을 그대로 공급량으로 답하면 안 된다.

사용할 공식

반응식은 다음과 같다.
$2NH_3 + CO_2 \rightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$
요소 1 mol을 만들 때 암모니아 2 mol이 반응한다. 몰질량은 $M_{NH_3} = 17kg/kmol$, $M_{CO(NH_2)_2} = 60kg/kmol$이다.
암모니아 공급량은 다음 관계로 구한다.
암모니아 공급량=실제 반응한 암모니아 질량0.50
이 식을 쓰는 이유는 공급된 암모니아 가운데 50 wt%만 요소 생성 반응에 참여하기 때문이다.

계산 과정

1. 생성된 요소의 물질량은 $180kg \div 60kg/kmol = 3kmol$이다.
2. 반응식의 몰비에 따라 실제 반응한 암모니아는 $3kmol \times 2 = 6kmol$이다.
3. 실제 반응한 암모니아의 질량은 $6kmol \times 17kg/kmol = 102kg$이다.
4. 이 질량이 공급량의 50%이므로 공급량은 $102kg \div 0.50 = 204kg$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 계산된 공급량은 88kg이 아니라 204kg이다. 올바르게는 암모니아를 204kg 공급해야 한다.
② X — 계산된 공급량은 136kg이 아니라 204kg이다. 올바르게는 화학양론적 소비량 102kg을 전환율 0.50으로 나누어야 한다.
③ O — 102kg ÷ 0.50 = 204kg이므로 필요한 암모니아 공급량과 일치한다.
④ X — 계산된 공급량은 268kg이 아니라 204kg이다. 올바르게는 반응한 암모니아의 질량에 50%를 더하는 방식이 아니라 0.50으로 나누어 공급량을 역산한다.
계산 결과 필요한 암모니아 공급량은 204kg이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

화학 반응식으로 얻은 102kg은 공급량이 아니라 실제 반응한 암모니아의 질량이다. 전환율이 50%이므로 공급량은 이 값의 절반이 아니라 두 배인 204kg이다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산 순서는 생성물 질량을 몰수로 환산하고, 반응식의 몰비로 반응물 소비량을 구한 뒤, 소비량을 전환율로 나누어 공급량을 역산하는 방식이다. 마지막에는 0<전환율<1이면 공급량이 실제 소비량보다 커야 한다는 점으로 검산한다.

암기 포인트

반응물 공급량은 실제 반응량을 전환율로 나눈 값이다: 공급량=반응량÷전환율.

NoteBase

문 6. 다음 중 전극표면에서 전자가 반응물 또는 생성물로 참여하는 화학반응의 특징으로 가장 옳지 않은 것은?

① 전류는 반응속도의 표현이다.

② 전위와 전류를 동시에 조절할 수 없다.

③ 전기화학반응은 전극의 표면에서만 가능하다.

④ 전극의 전위는 전극 내 전류의 에너지를 뜻한다.

정답 4번

출제 포인트

전극 반응에서 전류, 반응속도, 전극 전위가 각각 무엇을 뜻하는지 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전극 반응은 전극과 전해질의 경계면에서 전자가 반응물 또는 생성물로 참여하는 산화·환원 반응이다. 전류는 단위 시간에 이동하는 전하량이므로 전자 전달 반응의 속도에 비례한다. 전극 전위는 전류가 가진 에너지가 아니라 전극의 전자 에너지 상태 및 단위 전하당 에너지 차이와 관련된 값이다.

선지별 해설

① O — 전류는 단위 시간당 이동한 전하량이다. 전극 반응에서 전자 전달량과 반응물의 반응량은 패러데이 법칙으로 연결되므로 전류는 반응속도를 나타낸다.
② O — 전극 전위와 전류는 전극 반응속도에 의해 서로 연계된다. 전위 제어 방식에서는 전위를 정하고 전류를 측정하며, 전류 제어 방식에서는 전류를 정하고 전위를 측정하므로 두 값을 서로 독립적으로 동시에 조절할 수 없다.
③ O — 외부 회로의 전자와 용액 속 화학종 사이의 전자 전달은 전극과 전해질이 맞닿는 계면에서 일어난다. 따라서 전자가 참여하는 전극 반응은 전극 표면에서 진행된다.
④ X — 틀린 표현은 '전극 내 전류의 에너지'이다. 전류는 전하의 흐름이므로 그 자체가 전극 전위를 뜻하지 않는다. 올바르게는 전극 전위가 전극의 전자 에너지 상태 및 단위 전하당 에너지 차이와 관련된 값이라고 해야 한다.

오답 포인트

④의 '전류'와 '전자'를 혼동하기 쉽다. 전류는 전자 전달의 속도를 나타내는 양이고, 전극 전위는 전극의 전자 에너지 상태와 관련된 양이므로 서로 같은 개념이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

전류는 '얼마나 빠르게 전하가 이동하는가', 전위는 '단위 전하당 에너지 차이가 어떠한가'로 구분한다. 전극 반응의 장소는 전자 전달이 이루어지는 전극과 전해질의 계면으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

전류는 반응속도, 전위는 전자의 에너지 상태, 전극 반응은 계면이다.

NoteBase

문 7. 반도체 제조공정에서 감광제(PR)를 구성하는 주요 기본요소가 아닌 것은?

① 광감응제

② 용매

③ 고분자

④ 현상액

정답 4번

출제 포인트

감광제(PR) 자체를 이루는 성분과 노광 후 별도로 사용하는 현상액을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

감광제(PR)는 빛에 반응하여 용해성이 달라지는 도막 재료이다. 주요 기본요소는 빛에 반응하는 광감응제, 막의 골격을 이루는 고분자, 이들을 녹여 도포가 가능하게 하는 용매이다. 현상액은 PR의 배합 성분이 아니라 노광된 PR의 용해도 차이를 이용해 필요한 부분을 제거하는 별도의 공정액이다.

선지별 해설

① O — 광감응제는 빛을 흡수해 화학적 변화를 일으키고 PR의 용해도 변화를 유도하는 기본 성분이다.
② O — 용매는 고분자와 광감응제 등을 녹여 PR을 균일하게 도포할 수 있는 액상으로 만드는 기본 성분이다.
③ O — 고분자는 기판 위에 막을 형성하고 PR 도막의 물리적 골격을 이루는 기본 성분이다.
④ X — 현상액은 PR을 구성하는 성분이 아니다. 틀린 부분은 '현상액이 PR의 기본 구성요소'라는 취지이며, 올바르게는 현상액은 노광 후 용해도가 커진 부분 또는 작아지지 않은 부분을 선택적으로 제거하여 패턴을 드러내는 별도의 처리액이다.

오답 포인트

현상액도 포토리소그래피에 반드시 쓰이므로 PR 안에 들어 있는 성분으로 착각하기 쉽다. 그러나 '공정에 사용하는 물질'과 'PR 자체의 배합 성분'은 구분된다.

다시 나오면 이렇게 판단

PR 용액 안에서 빛 반응, 막 형성, 용해·도포 기능을 맡으면 구성요소로 판단한다. 노광이 끝난 뒤 PR의 일부를 씻어 내어 패턴을 만드는 물질이면 별도의 현상 공정 재료로 판단한다.

암기 포인트

PR의 기본 구성은 광감응제·고분자·용매이고, 현상액은 노광 뒤에 따로 사용한다.

NoteBase

문 8. 다음 중 연실식 황산 제조 반응의 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 니트로실황산(함질황산)은 주로 Glover 탑에서 분해된다.

② SO_2의 용해도는 황산의 농도가 80% 이상일 때 양호하다.

③ 질소 산화물은 NO, NO_2가 같은 몰일 때 흡수가 양호하다.

④ 생성된 니트로실황산(함질황산)은 저온에서, 진한 황산에서 안정하다.

정답 2번

출제 포인트

연실식 황산 제조에서 질소 산화물의 순환, 니트로실황산의 생성·분해 조건, 황산 농도에 따른 SO_2 용해도의 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

연실법은 질소 산화물을 산소 전달 매개체로 이용하여 SO_2를 황산으로 산화하는 공정이다. Gay-Lussac 탑에서는 진한 황산이 질소 산화물을 흡수하여 니트로실황산을 만들고, Glover 탑에서는 이를 묽은 연실산·고온의 가스와 접촉시켜 분해함으로써 질소 산화물을 다시 공정으로 돌려보낸다. 니트로실황산은 진한 황산과 저온에서 안정하고, 묽어지거나 가열되면 가수분해·분해가 촉진된다.

선지별 해설

① O — 니트로실황산을 함유한 함질황산은 Glover 탑에서 묽은 연실산 및 고온의 가스와 접촉한다. 이때 니트로실황산이 분해되어 질소 산화물이 방출·재순환된다.
② X — 틀린 부분은 '황산의 농도가 80% 이상일 때 용해도가 양호하다'이다. SO_2의 황산 내 용해도는 황산 농도가 높아질수록 감소하여 약 85% 부근에서 최소가 되므로, 80% 이상의 황산에서 일반적으로 용해도가 양호하다고 할 수 없다. 올바르게는 'SO_2의 용해도는 황산 농도가 약 85%에 이를 때까지 감소하며 그 부근에서 가장 낮다'이다.
③ O — NO와 NO_2가 같은 몰수로 존재하면 $NO + NO_2 \rightleftharpoons N_2O_3$의 조성이 된다. 이 조성의 질소 산화물은 황산에 흡수되어 니트로실황산을 형성하기 좋다.
④ O — 니트로실황산은 저온의 진한 황산 속에서 안정하다. 반대로 온도가 높아지고 황산이 묽어지면 가수분해·분해가 촉진되어 질소 산화물을 내놓는다.

오답 포인트

②의 '80% 이상'을 진한 황산의 일반적 흡수 능력과 연결하면 틀리기 쉽다. 이 선지는 질소 산화물이 아니라 SO_2의 용해도를 묻고 있으며, SO_2 용해도는 황산 농도가 약 85%가 될 때까지 오히려 감소한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

연실법의 두 탑을 기능으로 구분한다. Gay-Lussac 탑은 진한 황산으로 질소 산화물을 흡수해 함질황산을 만들고, Glover 탑은 희석과 가열로 함질황산을 분해해 질소 산화물을 회수한다. 따라서 니트로실황산은 '저온·진한 산에서 안정, 고온·묽은 산에서 분해'로 판단한다.

암기 포인트

Gay-Lussac은 질소 산화물 흡수, Glover는 함질황산 분해·질소 산화물 회수이다. 니트로실황산은 차갑고 진할수록 안정하다.

NoteBase

문 9. 암모니아 산화법 중 NH_3와 O_2의 농도비 $\frac{O_2}{NH_3} = 2.2 \sim 2.3$일 때 산화율이 최대가 된다. 조업 중 혼합 가스의 폭발위험 방지를 위해 혼입하는 물질은?

① 수증기

② 질산

③ 암모니아

④ 공기

정답 1번

출제 포인트

암모니아 산화 공정에서 혼합 가스의 폭발 위험을 낮추기 위해 넣는 희석 물질을 묻는 문제이다.

핵심 개념

수증기는 혼합 가스를 희석하고 연소 시의 온도 상승을 완화하여 폭발 위험을 낮춘다. 반면 암모니아는 가연성 반응물이고, 공기 속 산소는 산화제이므로 수증기와 같은 안전용 희석 물질로 볼 수 없다.

선지별 해설

① O — 수증기를 혼입하면 암모니아와 산소의 유효 농도가 낮아지고 열을 흡수하여 급격한 연소·폭발의 위험이 감소한다.
② X — '질산'이 틀린 표현이다. 질산은 암모니아 산화 공정에서 얻는 생성물이며, 폭발 방지를 위해 혼입하는 물질은 수증기이다.
③ X — '암모니아'가 틀린 표현이다. 암모니아를 더 넣으면 가연성 성분의 농도가 증가하므로 안전용 희석제가 될 수 없고, 올바른 물질은 수증기이다.
④ X — '공기'가 틀린 표현이다. 공기는 반응에 필요한 산소를 공급하므로 폭발 억제를 위한 비가연성 희석 물질에 해당하지 않으며, 올바른 물질은 수증기이다.

오답 포인트

공기가 암모니아를 희석한다는 점만 생각하면 ④를 고르기 쉽다. 그러나 공기는 산소도 함께 공급하는 반응 기체이고, 이 문항이 묻는 폭발 방지용 혼입 물질은 수증기이다.

다시 나오면 이렇게 판단

폭발 방지용 첨가 물질을 물으면 가연성 물질이나 산화제가 아니라, 반응 혼합물을 희석하고 열을 흡수하는 물질인지 판단한다. 이 공정에서는 수증기가 그 역할을 한다.

NoteBase

암기 포인트

암모니아 산화 혼합 가스의 폭발 방지용 혼입 물질은 수증기이다.

NoteBase

문 10. 염산을 제조할 때 H_2가스와 Cl_2가스의 반응 중 폭발을 방지하는 방법으로 가장 적절하지 않은 것은?

① H_2가스를 과잉으로 공급한다.

② 반응완화 촉매를 사용한다.

③ 연소 시 Cl_2를 먼저 점화 후 H_2를 연소시킨다.

④ 불활성 가스를 넣어 Cl_2를 희석한다.

정답 3번

출제 포인트

수소와 염소의 직접 합성은 빛이나 점화원에 의해 빠르게 진행되는 발열 연쇄반응이므로, 폭발을 막는 운전 조건과 점화 순서를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

염화수소의 직접 합성 반응은 $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$이다. 폭발 방지의 핵심은 반응 혼합물에 염소가 축적되지 않게 하고, 반응 속도와 농도를 낮추며, 점화할 때 수소 불꽃을 먼저 안정시킨 뒤 염소를 공급하는 것이다.

선지별 해설

① O

H_2를 과잉 공급하면 미반응 Cl_2가 장치에 남아 축적되는 것을 막을 수 있으므로 폭발 방지에 적절하다.

② O

석영 고리나 자기 고리와 같은 반응완화 촉매를 사용하면 급격한 연쇄반응과 국부적인 반응열 발생을 완화할 수 있으므로 적절하다.

③ X

틀린 표현은 'Cl_2를 먼저 점화 후 H_2를 연소시킨다'이다. Cl_2는 가연성 연료가 아니라 조연성 반응물이며, 먼저 공급하면 장치 안에 축적되었다가 H_2와 만나 폭발성 혼합물을 만들 수 있다. 올바르게는 H_2를 먼저 점화하여 불꽃을 안정시킨 뒤 Cl_2를 공급한다.

④ O

불활성 가스로 Cl_2를 희석하면 반응물의 유효 농도와 분자 충돌 빈도가 낮아져 반응이 급격히 진행되는 것을 억제하므로 적절하다.

NoteBase

오답 포인트

③은 두 기체의 투입·점화 순서를 거꾸로 제시한 선지이다. 염소를 먼저 넣는 것은 안전 조치가 아니라 염소 축적과 폭발성 혼합물 형성의 위험을 키운다.

다시 나오면 이렇게 판단

염화수소 직접 합성의 안전 조치는 '염소 축적 방지, 반응 완화, 농도 저감, 수소 선점화'로 판단한다. 점화 순서가 나오면 수소를 먼저 점화하고 염소를 나중에 공급하는지 확인한다.

암기 포인트

수소는 과잉으로, 수소 불꽃은 먼저, 염소는 나중에 공급한다.

NoteBase

문 11. 바나디아(V_2O_5)촉매를 사용하여 황 함유 광물로부터 황산을 제조하는 접촉식 공정을 순서대로 나열한 것은?

㉠ 촉매전화기
㉡ 건조탑
㉢ 흡수탑
㉣ 세척탑
㉤ 배소로

① ㉠ → ㉣ → ㉢ → ㉡ → ㉤
② ㉣ → ㉤ → ㉡ → ㉢ → ㉠
③ ㉤ → ㉢ → ㉣ → ㉠ → ㉡
④ ㉤ → ㉣ → ㉡ → ㉠ → ㉢

정답 4번

출제 포인트

황 함유 광물을 배소하여 이산화황을 만든 뒤, 가스를 정제·건조하고 촉매 산화와 흡수를 거치는 접촉식 황산 제조 공정의 순서를 묻는 문제이다.

올바른 순서

1. ㉤ 배소로 — 황 함유 광물을 배소하여 이산화황(SO_2) 함유 가스를 만든다.
2. ㉣ 세척탑 — 배소 가스에 섞인 먼지와 불순물을 제거한다.
3. ㉡ 건조탑 — 정제된 가스의 수분을 제거한다.
4. ㉠ 촉매전화기 — 바나디아(V_2O_5) 촉매로 $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ 반응을 진행한다.
5. ㉢ 흡수탑 — 생성된 삼산화황(SO_3)을 진한 황산에 흡수시킨다.

왜 이 순서인가: 촉매전화기에 넣기 전에 배소 가스의 불순물과 수분을 제거해야 하며, 흡수탑은 촉매 산화로 생성된 SO_3을 처리하는 마지막 단계이기 때문이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — '㉠ 촉매전화기 → ㉣ 세척탑'은 원료의 배소와 가스 정제보다 촉매 산화를 먼저 배치하여 틀리다. 올바르게는 'ⓜ 배소로 → ㉣ 세척탑 → ㉡ 건조탑 → ㉠ 촉매전화기 → ㉢ 흡수탑'이다.
② X — '㉣ 세척탑'에서 시작하고 'ⓜ 배소로'를 뒤에 둔 부분이 틀리다. 세척할 배소 가스가 먼저 만들어져야 하므로 올바르게는 'ⓜ 배소로 → ㉣ 세척탑 → ㉡ 건조탑 → ㉠ 촉매전화기 → ㉢ 흡수탑'이다.
③ X — 'ⓜ 배소로 → ㉢ 흡수탑'은 SO_2의 정제·건조와 SO_3로의 촉매 산화보다 흡수를 먼저 배치하여 틀리다. 올바르게는 'ⓜ 배소로 → ㉣ 세척탑 → ㉡ 건조탑 → ㉠ 촉매전화기 → ㉢ 흡수탑'이다.
④ O — 배소로에서 SO_2 함유 가스를 만들고 세척·건조한 다음, 촉매전화기에서 SO_3로 산화하고 흡수탑에서 흡수하는 정확한 순서이다.

오답 포인트

세척탑과 건조탑을 촉매전화기 뒤에 두거나, 흡수탑을 촉매전화기 앞에 두는 배열이 함정이다. 촉매 산화 전에는 가스를 깨끗하고 건조하게 만들고, 흡수는 SO_3가 생성된 뒤에 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

접촉식 공정은 '원료에서 SO_2 생성 → 불순물 제거 → 수분 제거 → SO_3로 촉매 산화 → SO_3 흡수'의 흐름으로 판단한다.

암기 포인트

배소-세척-건조-전화-흡수, 즉 '만들고-씻고-말리고-산화하고-흡수한다'로 기억한다.

NoteBase

문 12. KOH를 전해질로 사용하는 수소 연료전지에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 알짜반응의 반응 엔탈피는 0보다 작다.

② 산소 기체가 주입되는 환원 전극에서 H_2O가 발생한다.

③ 관련된 알짜반응식은 $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$이다.

④ 전해질의 OH^- 이온은 산화 전극 쪽으로 이동한다.

정답 2번

출제 포인트

KOH를 전해질로 사용하는 알칼리형 수소 연료전지에서 산화 전극과 환원 전극의 반응, 물의 생성·소모 위치, OH^-의 이동 방향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

알칼리형 수소 연료전지는 수소를 산화 전극에서 산화하고 산소를 환원 전극에서 환원하여 전기 에너지를 얻는 전지이다.
산화 전극: $2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4H_2O + 4e^-$
환원 전극: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
알짜반응: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
따라서 물은 산화 전극에서 생성되고 환원 전극에서는 소모되며, OH^-는 환원 전극에서 생성되어 산화 전극 쪽으로 이동한다.

선지별 해설

① O — 수소와 산소로 물이 생성되는 알짜반응은 에너지를 방출하는 발열반응이므로 반응 엔탈피는 0보다 작다.
② X — 틀린 표현은 '산소 기체가 주입되는 환원 전극에서 H_2O가 발생한다'이다. 환원 전극에서는 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ 반응이 일어나 물이 소모된다. 물은 수소가 주입되는 산화 전극에서 생성된다.
③ O — 두 전극의 반응식을 합하고 전자와 OH^-를 소거하면 알짜반응식은 $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$가 된다.
④ O — OH^-는 산소가 환원되는 환원 전극에서 생성되고, 수소가 산화될 때 소비되는 산화 전극 쪽으로 이동한다.

오답 포인트

②는 산소가 들어오는 환원 전극에서도 반응식에 물이 나타난다는 점을 이용한 함정이다. 반응식의 좌변에 있는 물은 반응물이므로 환원 전극에서 소모되고, 생성물인 물은 산화 전극에서 발생한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 두 반쪽 반응식을 적고 물과 OH^-가 각각 좌변과 우변 중 어디에 있는지 확인한다. 환원 전극에서는 OH^- 생성·물 소모, 산화 전극에서는 OH^- 소모·물 생성으로 판단한다.

암기 포인트

알칼리형 연료전지는 환원 전극에서 OH^-를 만들고 산화 전극에서 물을 만든다. OH^-의 이동 방향은 환원 전극에서 산화 전극이다.

NoteBase

문 13. 다음 <보기>에 제시된 화학 반응들 중에서 소다회의 제법 중 하나인 솔베이(Solvay)법과 관련된 화학 반응으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>

㉠ $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$

㉡ $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

㉢ $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$

㉣ $Na_2S + CaCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CaS$

① ㉠, ㉡

② ㉠, ㉣

③ ㉡, ㉢

④ ㉢, ㉣

정답 3번

출제 포인트

솔베이법의 핵심 단계인 탄산수소나트륨의 열분해와 암모니아 회수 반응을 다른 소다회 제법의 반응과 구별하는 문제이다.

핵심 개념

솔베이법은 암모니아를 포화시킨 식염수에 이산화탄소를 통과시켜 $NaHCO_3$를 석출한 뒤, 이를 열분해하여 소다회인 Na_2CO_3를 얻는 제법이다. 이때 생긴 NH_4Cl은 $Ca(OH)_2$와 반응시켜 NH_3를 회수한다. 따라서 보기에서는 ㉡과 ㉢이 솔베이법에 해당한다.

선지별 해설

① X — ㉠의 $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$은 황산과 염화나트륨으로 염화수소를 만드는 반응으로, 솔베이법의 반응이 아니다. ㉠을 암모니아 회수 반응인 ㉢으로 바꾸어 '㉡, ㉢'으로 고쳐야 한다.

② X — ㉠은 솔베이법이 아니며, ㉣의 $Na_2S + CaCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CaS$은 르블랑법에서 탄산나트륨을 만드는 반응이다. '㉠, ㉣'이 아니라 '㉡, ㉢'이 옳다.

③ O — ㉡은 $NaHCO_3$를 열분해하여 Na_2CO_3를 얻는 반응이고, ㉢은 NH_4Cl과 $Ca(OH)_2$로부터 NH_3를 회수하는 반응이다. 두 반응 모두 솔베이법의 공정에 포함된다.

④ X — ㉢은 솔베이법의 암모니아 회수 반응이지만 ㉣은 르블랑법의 반응이다. ㉣을 탄산수소나트륨 열분해 반응인 ㉡으로 바꾸어 '㉡, ㉢'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

㉣은 생성물에 Na_2CO_3가 있으므로 솔베이법처럼 보이지만, 실제로는 Na_2S와 $CaCO_3$를 사용하는 르블랑법의 반응이다. 생성물만 보지 않고 반응물과 공정의 역할까지 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

솔베이법에서는 $NaHCO_3$의 열분해로 소다회를 만드는 단계와 NH_4Cl에서 NH_3를 회수하는 단계를 먼저 찾는다. $Na_2S + CaCO_3$가 보이면 르블랑법으로 구별한다.

암기 포인트

솔베이법의 짝은 '탄산수소나트륨 열분해 ㉡ + 암모니아 회수 ㉢'이다.

NoteBase

문 14. 다음 <보기> 중 비료에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ 비료의 3요소는 질소(N), 인(P), 칼륨(K)이다.
㉡ 용성인비는 산성 비료이므로 산성토양에 적합하다.
㉢ 배합비료는 비료성분을 화학반응에 의해 결합시켜 만든 것을 입자(조립)화시켜 만든 것을 말한다.
㉣ 합성비료의 주원료인 암모니아는 질소와 수증기를 반응시키는 하버-보슈(Haber-Bosch)법으로 대량 생산될 수 있다.

① ㉠
② ㉠, ㉡
③ ㉠, ㉢
④ ㉠, ㉣

정답 1번

출제 포인트

비료의 3요소, 용성인비의 성질, 배합비료의 제조 방식, 암모니아 합성 원료를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

비료의 3요소는 질소*N*, 인*P*, 칼륨*K*이다. 용성인비는 알칼리성 비료로서 산성 토양에 적합하다. 배합비료는 둘 이상의 비료를 물리적으로 혼합한 비료이고, 화학반응으로 비료 성분을 결합해 제조하는 것은 화성비료이다. 하버-보슈법은 질소와 수소를 반응시켜 암모니아를 합성한다.

선지별 해설

① O — ㉠만 고른 조합이다. ㉠의 질소*N*, 인*P*, 칼륨*K*은 비료의 3요소이므로 옳다.
② X — ㉡의 '산성 비료'가 틀렸다. 용성인비는 알칼리성 비료이므로 산성 토양에 적합하다고 고쳐야 한다. 따라서 ㉠과 ㉡을 함께 고른 조합은 옳지 않다.
③ X — ㉢의 '화학반응에 의해 결합시켜 만든 것'이 틀렸다. 배합비료는 여러 비료를 물리적으로 혼합한 것이며, 화학반응으로 제조한 것은 화성비료라고 고쳐야 한다. 따라서 ㉠과 ㉢을 함께 고른 조합은 옳지 않다.
④ X — ㉣의 '질소와 수증기'가 틀렸다. 하버-보슈법은 질소와 수소를 반응시켜 암모니아를 합성한다고 고쳐야 한다. 따라서 ㉠과 ㉣을 함께 고른 조합은 옳지 않다.

오답 포인트

㉡은 '산성 토양에 적합하다'는 결론만 보고 산성 비료로 착각하게 만든다. 산성 토양을 개량하는 데 알칼리성인 용성인비가 적합하다. 또한 ㉢은 배합비료와 화성비료를, ㉣은 하버-보슈법의 수소와 수증기를 바꾸어 놓았다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

비료 문제에서는 성분, 산·알칼리성, 제조 방식, 반응 원료를 각각 분리해 판단한다. ‘배합’은 물리적 혼합, ‘화성’은 화학반응이며, 암모니아 합성 원료는 질소와 수소이다.

암기 포인트

비료 3요소는 질소·인·칼륨, 용성인비는 알칼리성, 배합비료는 물리적 혼합, 하버-보슈법은 질소와 수소이다.

NoteBase

문 15. 염산의 제조에 있어서 142 g의 염소가스를 충분한 양의 수소가스에 작용시켜 생긴 염화수소가스를 물에 흡수시켜 500 g의 용액으로 만들었다. 용액의 퍼센트 농도를 구하시오. (단, 수소의 원자량은 1 g/mol, 염소의 원자량은 35.5 g/mol이다.)

① 36.5%

② 45.3%

③ 29.2%

④ 18.7%

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 염소와 수소의 반응식에서 생성되는 염화수소의 질량을 구한 뒤, 질량 백분율 농도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 염소 기체 $142g$, 최종 용액 $500g$이다.
구해야 할 값: 용액 속 염화수소의 질량 백분율이다.
주의할 조건: 수소 기체는 충분하므로 염소 기체가 한계 반응물이며, 생성된 염화수소가 모두 물에 흡수된 것으로 계산한다.

사용할 공식

반응식은 $Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$이다.
질량 백분율은 용질의 질량용액의 질량×100이다.
반응식의 몰비로 생성된 염화수소의 양을 먼저 구하고, 최종 용액에서 염화수소가 차지하는 질량 비율을 계산한다.

계산 과정

1. 염소 기체의 몰질량은 $2 \times 35.5 = 71g/mol$이므로 몰수는 $142/71 = 2mol$이다.
2. 반응식에서 Cl_2와 HCl의 몰비는 1:2이므로 염화수소는 $4mol$ 생성된다.
3. 염화수소의 몰질량은 $1 + 35.5 = 36.5g/mol$이므로 생성 질량은 $4 \times 36.5 = 146g$이다.
4. 질량 백분율은 $\frac{146}{500} \times 100 = 29.2\%$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 36.5%는 계산 결과 29.2%와 일치하지 않는다. '36.5%'는 '29.2%'로 고쳐야 한다.
② X — 45.3%는 계산 결과 29.2%와 일치하지 않는다. '45.3%'는 '29.2%'로 고쳐야 한다.
③ O — 생성된 염화수소 $146g$을 용액 $500g$으로 나누면 29.2%가 된다.
④ X — 18.7%는 계산 결과 29.2%와 일치하지 않는다. '18.7%'는 '29.2%'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

염소의 원자량 35.5를 그대로 쓰면 안 된다. 염소 기체는 Cl_2이므로 몰질량은 $71g/mol$이고, 반응식의 계수에 따라 염화수소가 염소의 2배 몰수로 생성된다. 또한 농도의 분모는 물의 질량이 아니라 최종 용액의 질량 $500g$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 반응으로 용액 농도를 묻는 문제는 반응식 완성 → 한계 반응물의 몰수 계산 → 생성물의 몰수와 질량 계산 → 용질 질량을 최종 용액 질량으로 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

$Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$, 질량 백분율은 용질 질량용액 질량×100이다.

NoteBase

문 16. 반응식이 <보기>와 같을 때 인 124 g을 연소시키는데 필요한 이론 공기량은 몇 L 인가? (단, 인의 원자량 31 g/mol, 공기 중 산소량 20%이며 표준상태에서의 반응이다.)

<보기>

$P_4 + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$

① 112

② 224

③ 280

④ 560

정답 4번

출제 포인트

반응식의 몰비로 필요한 산소의 부피를 구한 뒤, 산소가 공기의 20%라는 조건을 적용하여 이론 공기량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 인 124 g, 인의 원자량 31 g/mol, 공기 중 산소의 부피 비율 20%
구해야 할 값: 표준상태에서 필요한 이론 공기량
주의할 조건: P_4 1몰에는 인 원자 4몰이 들어 있으며, 산소 부피와 공기 부피는 서로 다르다.

사용할 공식

$n(P) = \frac{124}{31} = 4mol, \qquad n(P_4) = \frac{4}{4} = 1mol$

$P_4 : O_2 = 1 : 5$

$V(O_2) = n(O_2) \times 22.4L/mol$

V(공기)=(V(O_2))/(0.20)

반응식의 계수는 물질량의 비를 나타내며, 같은 온도와 압력에서 기체의 부피는 물질량에 비례한다. 따라서 먼저 필요한 산소량을 구하고 이를 공기 중 산소의 부피분율로 나눈다.

계산 과정

1. 인 124 g은 인 원자 4몰이고, 이는 P_4 1몰이다.
2. 반응식에서 P_4 1몰에 O_2 5몰이 필요하므로 산소는 5몰 필요하다.
3. 표준상태에서 필요한 산소의 부피는 $5mol \times 22.4L/mol = 112L$이다.
4. 공기 중 산소가 20%이므로 이론 공기량은 $112L \div 0.20 = 560L$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 112 L는 필요한 산소 자체의 부피이지 공기의 부피가 아니다. 틀린 값 112 L를 공기량으로 삼은 표현이며, 올바른 이론 공기량은 560 L이다.
② X — 224 L는 반응식의 몰비와 산소 20% 조건을 차례로 적용한 값이 아니다. 틀린 값 224 L가 아니라, 산소 112 L를 0.20으로 나눈 560 L가 올바르다.
③ X — 280 L는 공기 중 산소 비율을 20%로 적용한 결과가 아니다. 틀린 값 280 L가 아니라 $112/0.20 = 560L$가 올바르다.
④ O — 계산한 이론 공기량 560 L와 일치한다.

오답 포인트

①의 112 L는 산소량 계산까지만 마친 값이다. 문제는 산소량이 아니라 공기량을 묻고 있으므로, 산소가 공기의 20%라는 조건에 따라 0.20으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연소에 필요한 공기량 문제는 연료의 몰수 계산 → 반응식의 계수비로 산소 몰수 계산 → 표준상태 산소 부피 계산 → 공기 중 산소 분율로 나누기의 순서로 판단한다.

암기 포인트

산소가 공기의 20%이면 공기량은 산소량의 5배이다. 이 문항에서는 $112L \times 5 = 560L$이다.

NoteBase

문 17. 다음 <보기> 중 촉매 담체에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ 담체는 기계적 강도가 우수한 것이 좋다.
㉡ 담체는 비균질계 촉매에서 많이 사용된다.
㉢ 다공성 성질을 갖는 물질은 촉매 담체로서 유리하다.

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 4번

출제 포인트

촉매 담체에 요구되는 기계적 강도와 다공성, 그리고 비균질계 촉매에서의 쓰임을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

촉매 담체는 촉매의 활성 성분을 넓게 분산하여 지지하는 고체 재료이다. 반응물이 활성점에 잘 접근하도록 표면적이 큰 다공성 구조가 유리하고, 사용 중 마모되거나 부서지지 않도록 기계적 강도도 우수해야 한다. 고체 촉매와 반응물이 서로 다른 상에 있는 비균질계 촉매에서 널리 사용된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠과 ㉡은 모두 옳지만 ㉢도 옳으므로 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다. 빠진 ㉢을 포함하여 '㉠, ㉡, ㉢'으로 고쳐야 한다.

② X
㉠과 ㉢은 모두 옳지만 ㉡도 옳으므로 불완전한 조합이다. 빠진 ㉡을 포함하여 '㉠, ㉡, ㉢'으로 고쳐야 한다.

③ X
㉡과 ㉢은 모두 옳지만 ㉠도 옳으므로 불완전한 조합이다. 빠진 ㉠을 포함하여 '㉠, ㉡, ㉢'으로 고쳐야 한다.

④ O
㉠은 담체가 사용 중 파손과 마모를 견디려면 기계적 강도가 커야 한다는 점에서 옳다. ㉡은 담체가 고체 활성 성분을 지지하는 형태로 비균질계 촉매에 널리 쓰인다는 점에서 옳다. ㉢은 다공성 담체가 큰 표면적을 제공하여 활성 성분의 분산과 반응물의 접근에 유리하다는 점에서 옳다. 따라서 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 고른 ④가 옳다.

오답 포인트

각 진술이 낯설지 않다는 이유로 두 개만 고르는 조합을 선택하기 쉽다. 특히 다공성은 단순한 재료 특성이 아니라 표면적을 늘려 활성 성분을 넓게 분산시키는 담체의 핵심 조건이므로 ㉢도 옳다.

다시 나오면 이렇게 판단

담체의 성질은 '활성 성분을 넓게 분산하는가', '반응물이 접근할 넓은 표면을 제공하는가', '사용 중 형태를 유지하는가'를 기준으로 판단한다. 다공성·큰 표면적·우수한 기계적 강도는 모두 바람직한 특성이다.

암기 포인트

촉매 담체는 '넓게 분산시키는 다공성 표면 + 쉽게 부서지지 않는 강도'로 기억한다.

NoteBase

문 18. 다음 <보기> 중 라임-소다(lime-soda)공정의 단물화(softening)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ $Ca(OH)_2$와 Na_2CO_3가 사용된다.
㉡ Mg^{2+}이온은 $Mg(OH)_2$로 침전된다.
㉢ 침전 유도 후 처리수의 pH는 중성이다.

① ㉠
② ㉠, ㉡
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 2번

출제 포인트

라임-소다 공정에서 사용하는 약품, 경도 유발 이온의 침전 형태, 침전 처리 직후의 pH를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

라임-소다 단물화는 라임 $Ca(OH)_2$와 소다회 Na_2CO_3를 넣어 경도 유발 이온인 Ca^{2+}와 Mg^{2+}을 각각 $CaCO_3$와 $Mg(OH)_2$ 침전으로 제거하는 공정이다. 침전 반응을 유도하려면 알칼리성 조건이 필요하므로 침전 처리 직후의 물은 중성이 아니며, 필요하면 재탄산화 등으로 pH를 낮춘다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠만 옳다고 한 점이 틀렸다. $Ca(OH)_2$와 Na_2CO_3를 사용한다는 ㉠뿐 아니라, Mg^{2+}이 $Mg(OH)_2$로 침전된다는 ㉡도 옳다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.

② O
㉠은 라임과 소다회를 사용하는 공정의 약품 구성을 정확히 나타낸다. ㉡도 $Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2(s)$의 침전 반응에 부합한다. 따라서 옳은 것은 ㉠, ㉡이다.

③ X
㉠을 제외하고 ㉢을 포함한 점이 틀렸다. ㉠은 옳지만, 침전 유도 후 처리수의 pH가 중성이라는 ㉢은 옳지 않다. 올바르게는 침전 처리 직후의 처리수는 알칼리성이며, 후속 pH 조정으로 중성에 가깝게 만들 수 있다.

④ X
㉢을 옳은 설명에 포함한 점이 틀렸다. 라임-소다 침전에는 충분한 OH^-와 CO_3^{2-}가 필요한 까닭에 처리 직후의 물은 중성이 아니다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.

오답 포인트

공정의 최종 목표가 처리수의 안정화라는 점과 침전 단계 직후의 상태를 혼동하기 쉽다. ㉢의 '침전 유도 후'에는 알칼리성 약품이 투입된 상태이므로 곧바로 중성이라고 판단할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

경도 이온의 제거 형태와 반응 조건을 연결한다. Ca^{2+}은 탄산염 $CaCO_3$, Mg^{2+}은 수산화물 $Mg(OH)_2$로 침전하며, 수산화물 침전 단계는 알칼리성 조건이라는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

라임은 OH^-, 소다는 CO_3^{2-}를 공급한다. 칼슘은 탄산염, 마그네슘은 수산화물로 침전하며 처리 직후는 알칼리성이다.

NoteBase

문 19. 다음 <보기> 중 질산제조에 사용되는 암모니아산화법 (Ostwald법)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ 암모니아 산화단계에서 Pt촉매를 이용한다.
㉡ 암모니아 산화과정은 산화반응이다.
㉢ 암모니아 산화단계에서 생성된 NO 기체를 물에 흡수시켜 질산을 제조한다.
㉣ 암모니아 산화법을 통해 농축공정 없이도 90% 이상의 고농도 질산을 제조 할 수 있다.

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉢
④ ㉡, ㉣

정답 1번

출제 포인트

오스트발트법에서 암모니아의 촉매 산화, 일산화질소의 추가 산화와 흡수, 생성 질산의 농도 한계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

오스트발트법은 암모니아를 백금계 촉매에서 산화하여 일산화질소를 만들고, 이를 이산화질소로 다시 산화한 뒤 물에 흡수시켜 질산을 제조하는 공정이다.
주요 반응 흐름은 $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$, $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$, 이산화질소의 물 흡수 순서이다.
흡수 공정에서 얻는 질산은 고농도 질산이 아니므로 90% 이상의 질산을 얻으려면 별도의 농축 공정이 필요하다.

선지별 해설

① O — ㉠과 ㉡은 모두 옳다. 암모니아 산화에는 백금계 촉매가 사용되며, 암모니아의 질소 산화수가 -3에서 일산화질소의 +2로 증가하므로 산화반응이다.
② X — ㉢이 틀렸고 옳은 ㉡이 빠져 있다. 일산화질소를 물에 직접 흡수시키는 것이 아니라, 일산화질소를 이산화질소로 산화한 다음 이산화질소를 물에 흡수시킨다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.
③ X — ㉢이 틀렸고 옳은 ㉠이 빠져 있다. 암모니아 산화에는 백금계 촉매가 사용되며, 생성된 일산화질소는 이산화질소로 산화된 뒤 흡수된다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.
④ X — ㉣이 틀렸고 옳은 ㉠이 빠져 있다. 통상적인 흡수 공정만으로 90% 이상의 고농도 질산을 얻을 수 없으며, 고농도 질산 제조에는 별도의 농축 공정이 필요하다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡이다.

NoteBase

오답 포인트

㉡은 일산화질소가 공정 중간생성물이라는 점 때문에 그 기체를 곧바로 물에 흡수한다고 착각하게 한다. 실제 핵심은 일산화질소를 이산화질소로 한 번 더 산화한 뒤 흡수한다는 점이다. ㉢은 질산이 생성된다는 사실과 고농도로 바로 제조된다는 주장을 혼동하게 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

공정 순서를 암모니아의 촉매 산화 → 일산화질소 생성 → 이산화질소로 산화 → 물에 흡수 → 필요 시 농축으로 나누어 각 진술이 어느 단계를 가리키는지 판단한다.

암기 포인트

오스트발트법은 백금계 촉매로 $NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3$ 순서이며, 고농도 질산에는 농축이 필요하다.

NoteBase

문 20. 실리콘(Si) 단결정의 제조방법으로 가장 옳지 않은 것은?

① 플롯존(float zone)법
② 화학기상증착(chemical vapor deposition)법
③ 냉각도가니(cold crucible)법
④ 초크랄스키(czochralski)법

정답 2번

출제 포인트

실리콘 벌크 단결정을 성장시키는 용융·응고법과 기체 원료로 기판 위에 박막을 형성하는 증착법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

벌크 단결정 성장법은 종결정을 기준으로 용융 실리콘을 한 결정방향으로 응고시켜 단결정 잉곳을 얻는 방법이다. 플롯존법, 냉각도가니법, 초크랄스키법은 이 범주에 속한다. 화학기상증착법은 기체 전구체를 반응시켜 기판 표면에 실리콘 막을 형성하는 증착법이며, 단결정 기판 위에서 에피택셜 단결정막을 만들 수는 있어도 이 문항에서 묻는 벌크 실리콘 단결정 제조법과는 구별된다.

선지별 해설

① O — 플롯존(float-zone)법은 다결정 실리콘 봉의 일부만 고주파로 녹여 만든 용융대를 이동시키고, 종결정의 결정방향을 이어 받아 단결정 봉을 성장시키는 방법이다. 도가니를 쓰지 않아 오염을 줄일 수 있다.
② X — 화학기상증착법은 기체 상태의 실리콘 원료를 기판 표면에서 분해·반응시켜 박막을 형성하는 방법이다. 틀린 부분은 이를 벌크 실리콘 단결정 잉곳의 제조방법으로 분류한 점이다. 올바르게는 화학기상증착법은 실리콘 박막이나 에피택셜층을 형성하는 증착법이다.
③ O — 냉각도가니법은 수냉식 도가니와 유도 가열을 이용하여 용융물이 도가니와 직접 접촉해 오염되는 것을 억제하면서 종결정으로부터 실리콘 단결정을 성장시킬 수 있는 방법이다.
④ O — 초크랄스키법은 용융 실리콘에 종결정을 담근 뒤 회전시키면서 천천히 끌어 올려 단결정 잉곳을 성장시키는 대표적인 방법이다.

오답 포인트

②도 조건에 따라 단결정 구조의 에피택셜막을 만들 수 있다는 점이 함정이다. 그러나 기판 위의 단결정 박막 성장과 용융 실리콘에서 벌크 단결정 잉곳을 만드는 것은 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

종결정과 용융 실리콘의 응고로 잉곳을 얻는지, 기체 전구체의 표면 반응으로 기판 위에 막을 입히는지를 먼저 구분한다. 전자는 벌크 단결정 성장법이고 후자는 기상증착법이다.

암기 포인트

플롯존·냉각도가니·초크랄스키는 벌크 결정 성장, 화학기상증착은 기판 위 박막 형성이다.

NoteBase