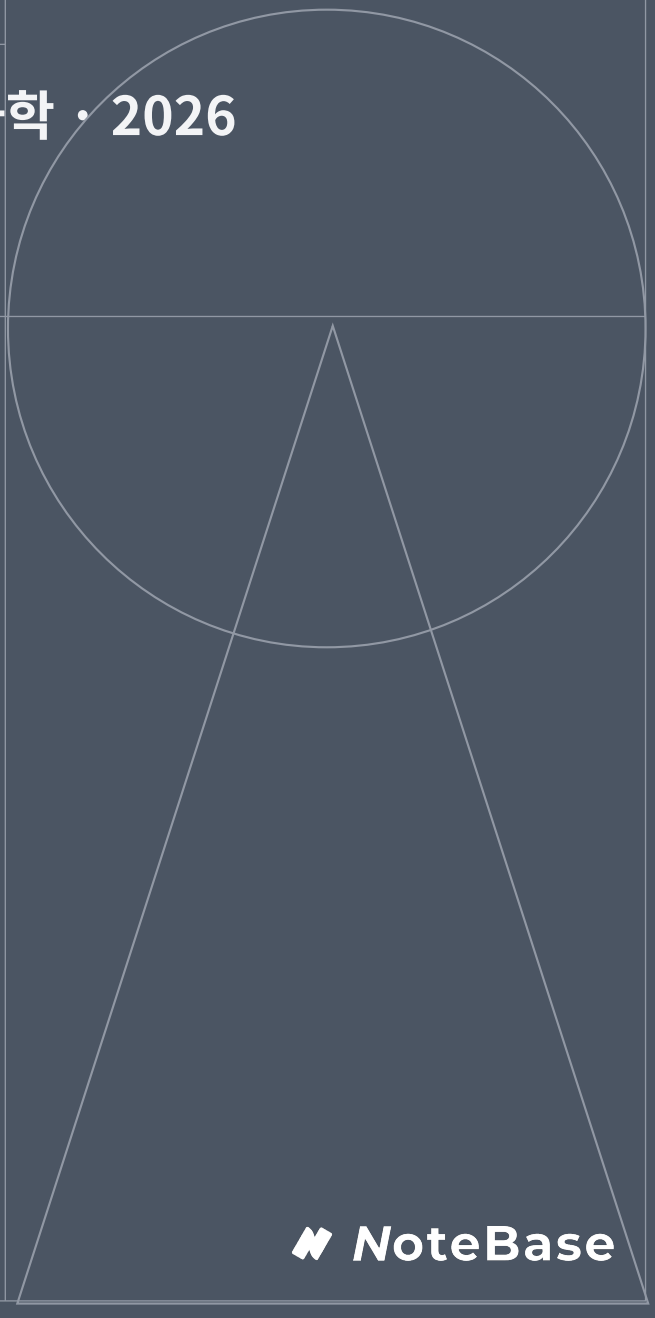
# 기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2026



NoteBase

# 기출OX 해설집

## 공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2026

**공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2026**

1. 먹는 물의 염소소독에 관한 설명으로 가장 적절한 것은?
   ① 물속에서 염소분자($Cl_2$)는 pH 4 이상에서만 존재한다.
   ② 염소화학종의 살균력의 크기는 $HOCl > OCl^- >$ Chloramines이다.
   ③ Trichloramine은 pH 8.5 이상일 경우 만들어진다.
   ④ 부영양화는 염소표백분으로 소독할 때 일단 세균이 사멸되었다가 재차 증식하는 현상이다.

**정답 2번**

**출제 포인트**

먹는 물의 염소 소독에서 pH에 따른 유리잔류염소와 결합잔류염소의 형태, 상대적 살균력, 염소 처리 후 미생물 재증식의 명칭을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

유리잔류염소: 물속에서 주로 차아염소산(HOCl)과 차아염소산 이온($OCl^-$)으로 존재하는 염소이며, pH가 낮을수록 살균력이 큰 HOCl의 비율이 커진다.
결합잔류염소: 염소가 암모니아와 반응하여 생긴 클로라민류이며, 일반적으로 유리잔류염소보다 살균력이 약하다.
살균력의 기본 순서는 HOCl > $OCl^-$ > 클로라민류이다.
클로라민의 형태는 pH와 염소·암모니아 비에 따라 달라지며, 높은 pH에서는 모노클로라민이 우세하고 트리클로라민은 강한 산성 조건에서 잘 형성된다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X
틀린 표현은 '염소분자($Cl_2$)는 pH 4 이상에서만 존재한다'이다. 실제로 분자상 염소는 강한 산성의 낮은 pH 영역에서 의미 있게 존재하며, 물과 반응하여 HOCl을 만든다. pH가 높아지면 HOCl과 $OCl^-$ 형태가 중심이 된다.

② O
HOCl은 전기적으로 중성이어서 미생물 세포막을 잘 통과하므로 살균력이 가장 크고, $OCl^-$는 그보다 약하며, 결합잔류염소인 클로라민류는 일반적으로 더 약하다. 따라서 HOCl > $OCl^-$ > 클로라민류의 순서는 적절하다.

③ X
틀린 표현은 '트리클로라민은 pH 8.5 이상일 경우 만들어진다'이다. 실제로 pH 8.5 이상의 알칼리성 영역에서는 모노클로라민이 우세하며, 트리클로라민은 낮은 pH의 강한 산성 조건에서 형성되기 쉽다.

④ X
틀린 표현은 '부영양화'이다. 부영양화는 질소·인 등 영양염류가 과다해져 조류와 수생식물이 과도하게 증식하는 현상이다. 소독으로 감소한 세균이 관망 등에서 다시 증식하는 현상은 미생물의 재증식 또는 후성장이라고 한다.

**오답 포인트**

①은 'pH 4 이상'이라는 방향을 거꾸로 제시하고, ③은 높은 pH에서 우세한 모노클로라민과 낮은 pH에서 형성되기 쉬운 트리클로라민을 바꾸어 놓았다. ④는 소독 후 재증식과 영양염류 증가에 따른 부영양화를 혼동하게 만든다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 pH가 낮아질수록 $Cl_2$·HOCl 쪽, 높아질수록 $OCl^-$ 쪽으로 이동한다는 흐름을 확인한다. 이어 살균력은 HOCl > $OCl^-$ > 클로라민류로 판단하고, 클로라민은 높은 pH의 모노클로라민과 낮은 pH의 트리클로라민을 구분한다.

**암기 포인트**

낮은 pH는 HOCl과 강한 살균력, 높은 pH는 $OCl^-$와 약한 살균력이다. 트리클로라민은 산성, 소독 후 다시 자라는 것은 재증식이다.

NoteBase

2. 질소산화물 제어 시 2몰의 NO를 제거할 때 촉매 환원제로 $CH_4$를 사용하여 제거하려고 한다. 필요한 $CH_4$의 몰을 계산한 것으로 가장 적절한 것은?

① 0.25몰 ② 0.5몰

③ 0.75몰 ④ 1몰

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 메탄을 이용한 NO의 촉매 환원 반응식을 맞춘 뒤, NO와 메탄의 몰비로 필요한 메탄의 몰수를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: NO 2몰

구해야 할 값: 필요한 $CH_4$의 몰수

주의할 조건: 촉매는 반응 속도를 변화시키지만 반응식의 화학량론적 몰비는 바꾸지 않는다.

**사용할 공식**

균형 반응식은 다음과 같다.

$CH_4 + 4NO \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 2N_2$

따라서 $NO : CH_4 = 4 : 1$이다. 이 몰비를 사용하는 이유는 균형 반응식에서 NO 4몰을 제거하는 데 $CH_4$ 1몰이 필요하기 때문이다.

**계산 과정**

1. 균형 반응식에서 NO 4몰당 $CH_4$ 1몰이 반응함을 확인한다.
2. NO 2몰에 필요한 $CH_4$의 몰수를 계산한다.

$2mol \times \frac{1mol\ CH_4}{4mol\ NO} = 0.5mol\ CH_4$

3. 필요한 $CH_4$는 0.5몰이다.

**선지 판단**

① X — 0.25몰의 $CH_4$는 NO 1몰만 제거할 수 있으므로 부족하다. '0.25몰'은 '0.5몰'로 고쳐야 한다.

② O — $NO : CH_4 = 4 : 1$이므로 NO 2몰에 필요한 $CH_4$는 0.5몰이다.

③ X — 0.75몰의 $CH_4$는 NO 3몰에 해당하므로 필요한 양보다 많다. '0.75몰'은 '0.5몰'로 고쳐야 한다.

④ X — 1몰의 $CH_4$는 NO 4몰에 해당하므로 필요한 양의 두 배이다. '1몰'은 '0.5몰'로 고쳐야 한다.

계산 결과 0.5몰이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

**오답 포인트**

반응식의 계수를 맞추지 않고 NO와 $CH_4$가 1:1로 반응한다고 생각하면 ④를 고르게 된다. 핵심은 균형 반응식에서 $CH_4$ 1몰이 NO 4몰을 제거한다는 점이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

산화·환원 계산형 문제는 생성물을 포함한 반응식을 먼저 맞추고, 반응물 사이의 계수비를 몰비로 바꾼 뒤, 주어진 몰수에 비례식을 적용하여 판단한다.

**암기 포인트**

메탄에 의한 NO 환원은 $CH_4 : NO = 1 : 4$이므로 필요한 메탄은 NO 몰수의 4분의 1이다.

NoteBase

3. 토양의 산성화에 따른 영향에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 뿌리균, 질소고정균과 같은 미생물의 활동이 증가되어 토질이 노후화된다.
   ② 식물의 뿌리에 산성용액이 흡수되면 단백질을 응고시키거나 용해시키는 피해를 준다.
   ③ 산성토양에서는 $Al^{3+}$이 활성화되며 인산과 결합되어 농작물에 인결핍현상이 나타날 수 있다.
   ④ 미생물의 결핍으로 토양의 단립구조의 발달을 저해하여 식물의 뿌리나 토양생물에 바람직한 환경을 주는 기능의 형성이 저해된다.

**정답 1번**

**출제 포인트**

토양 산성화가 미생물, 식물 뿌리, 양분 유효도 및 토양 구조에 미치는 영향을 구분하는 문제이다.

**핵심 개념**

토양 산성화는 토양 pH가 낮아지는 현상이다. 산성화가 진행되면 세균과 방선균 등의 활성이 대체로 억제되고, 식물 뿌리가 손상되며, 알루미늄의 용출과 인산 고정이 증가할 수 있다. 또한 미생물 활동 저하는 유기물 분해와 토양 입단 형성을 방해한다.

**선지별 해설**

① X — 틀린 표현은 '뿌리균, 질소고정균과 같은 미생물의 활동이 증가'한다는 부분이다. 산성 환경에서는 세균과 방선균을 비롯한 많은 토양 미생물의 활성이 억제되고 유기물 분해와 양분 순환이 저하된다. 올바르게는 '미생물의 활동이 감소하여 토양의 생물학적 기능이 저하된다'이다.
② O — 뿌리 주변의 강한 산성 조건은 세포막과 단백질의 구조 및 기능을 손상시켜 뿌리의 생장과 양분 흡수를 방해할 수 있다.
③ O — 산성 토양에서는 알루미늄이 용출되어 $Al^{3+}$ 형태의 활성이 커지고, 인산과 반응하여 식물이 이용하기 어려운 형태로 고정되므로 농작물에 인 결핍이 나타날 수 있다.
④ O — 미생물은 유기물 분해 산물과 균사 등을 통해 토양 입자를 결합시키는 데 기여한다. 미생물 활동이 저하되면 입단구조의 발달이 방해되어 뿌리와 토양생물에 알맞은 통기성·보수성 환경의 형성도 저해된다.

NoteBase

### 오답 포인트

①의 '미생물 활동이 증가'라는 방향을 놓치기 쉽다. 산성에 비교적 잘 견디는 일부 미생물이 있더라도, 토양 산성화의 일반적 영향은 주요 토양 미생물의 활성과 분해·양분 순환 기능이 감소하는 것이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

토양 산성화 문항에서는 영향의 방향을 확인한다. 미생물 활성·양분 순환·입단 형성은 감소하고, 뿌리 손상·알루미늄 용출·인산 고정은 증가하는 것으로 판단한다.

### 암기 포인트

산성화: 미생물·뿌리·입단은 약화, 알루미늄 용출·인산 고정은 강화이다.

NoteBase

4. 「수질오염공정시험기준」상 자외선/가시선 분광법으로 6가크롬 측정 시 다이페닐카바자이드와 반응할 때의 액성과 착화합물의 흡광도 측정 조건을 연결한 것 중에서 가장 적절한 것은?
① 산성용액 - 525 nm
② 알칼리성용액 - 525 nm
③ 산성용액 - 540 nm
④ 알칼리성용액 - 540 nm

**정답 3번**

**쟁점**

이 문제는 「수질오염공정시험기준」의 6가크롬-자외선/가시선 분광법에서 다이페닐카바자이드와 반응시키는 액성과 흡광도 측정 파장을 묻는다. 핵심은 산성용액과 540*nm*를 하나의 조건쌍으로 연결하는 것이다.

**용어 풀이**

다이페닐카바자이드법은 물속의 6가크롬을 산성 조건에서 다이페닐카바자이드와 반응시켜 적자색 착화합물을 만들고, 그 흡광도로 농도를 정하는 방법이다.

**핵심 구분**

현행 「수질오염공정시험기준」의 6가크롬-자외선/가시선 분광법(ES 04415.2)에 따르면 반응 액성은 산성이고, 생성된 적자색 착화합물의 흡광도는 540*nm*에서 측정한다. 따라서 올바른 조건은 '산성용액-540*nm*'이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① X
산성용액이라는 액성은 맞지만 측정 파장 525*nm*가 틀리다.
틀린 표현: 산성용액-525*nm*
올바른 표현: 산성용액-540*nm*

② X
다이페닐카바자이드와의 발색 반응은 알칼리성이 아니라 산성 조건에서 이루어지며, 측정 파장도 525*nm*가 아니라 540*nm*이다.
틀린 표현: 알칼리성용액-525*nm*
올바른 표현: 산성용액-540*nm*

③ O
6가크롬은 산성용액에서 다이페닐카바자이드와 반응하여 적자색 착화합물을 만들고, 그 흡광도를 540*nm*에서 측정한다. 액성과 파장이 모두 맞다.

④ X
측정 파장 540*nm*는 맞지만 반응 액성을 알칼리성으로 제시한 부분이 틀리다.
틀린 표현: 알칼리성용액-540*nm*
올바른 표현: 산성용액-540*nm*

### 오답 포인트

①과 ④는 각각 액성 또는 파장 하나만 맞게 제시한 함정이다. 특히 '파장만 540*nm*이면 된다'고 판단하면 ④를 고르기 쉽지만, 액성과 파장이 모두 맞아야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

다이페닐카바자이드에 의한 6가크롬 발색 조건은 '산성에서 적자색 착화합물 생성, 540*nm*에서 흡광도 측정'의 두 단계로 판단한다. 선지에서는 액성과 파장을 각각 확인한 뒤 두 조건이 모두 일치하는 것을 고른다.

### 암기 포인트

6가크롬-DPC 발색은 산성·적자색·540*nm*이다.

NoteBase

5. 표준상태의 대기를 2기압으로 압축하였다. 이때 질소의 부분압을 계산한 것으로 가장 적절한 것은?

① 약 1.56 atm ② 약 1 atm

③ 약 0.78 atm ④ 약 0.21 atm

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 기체 혼합물의 조성이 변하지 않는 압축에서 달톤의 부분압력 법칙을 이용해 질소의 부분압력을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 표준상태 대기의 전체 압력은 약 1$atm$, 질소의 몰분율은 약 0.78, 압축 후 전체 압력은 2$atm$이다.
구해야 할 값: 압축 후 질소의 부분압력이다.
주의할 조건: 압축 과정에서 응축이나 누출이 없다고 보면 대기의 조성, 즉 질소의 몰분율은 그대로이다.

**사용할 공식**

달톤의 부분압력 법칙은 다음과 같다.
$p_{N_2} = y_{N_2} P$
여기서 $p_{N_2}$는 질소의 부분압력, $y_{N_2}$는 질소의 몰분율, $P$는 혼합기체의 전체 압력이다. 전체 압력이 변해도 조성이 일정하므로 질소의 부분압력은 전체 압력에 질소의 몰분율을 곱해 구한다.

**계산 과정**

1. 표준상태 대기에서 질소의 몰분율을 약 0.78로 둔다.
2. 압축 후 전체 압력 2$atm$을 공식에 대입한다.
$p_{N_2} = 0.78 \times 2atm = 1.56atm$
3. 따라서 질소의 부분압력은 약 1.56$atm$이다.

NoteBase

**선지 판단**

① O — 계산 결과가 약 1.56*atm*이므로 옳다.
② X — 약 1*atm*은 질소 몰분율을 0.50으로 잘못 본 경우의 값이다. 올바르게는 질소 몰분율 0.78을 적용한 약 1.56*atm*이다.
③ X — 약 0.78*atm*은 압축 전 전체 압력이 1*atm*일 때의 질소 부분압력으로, 압력이 2배가 된 것을 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 약 1.56*atm*이다.
④ X — 약 0.21*atm*은 전체 압력이 1*atm*일 때 산소의 부분압력에 해당하는 값으로, 기체 성분과 압축 조건을 모두 잘못 적용한 값이다. 압축 후 질소의 부분압력은 약 1.56*atm*이다.
계산 결과 약 1.56*atm*이므로 정답은 1번이다.

**오답 포인트**

③의 약 0.78*atm*을 고르는 함정은 질소의 78%를 부분압력 자체로 보고 압축 후 전체 압력 2*atm*을 곱하지 않는 데 있다. ④의 0.21은 산소의 비율이므로 질소 계산에 사용하지 않는다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

혼합기체의 조성이 일정한 압축 문제에서는 먼저 성분의 몰분율을 확인하고, $p_i = y_i P$에 압축 후 전체 압력을 대입한 뒤 부분압력의 단위를 검산한다.

**암기 포인트**

조성이 일정하면 부분압력은 전체 압력에 비례한다. 대기 중 질소는 약 78%이므로 2*atm*에서는 약 1.56*atm*이다.

NoteBase

6. 대기오염 배기가스 중 질소산화물의 처리법에 관한 설명으로 가장 적절한 것은?
   ① 석회 및 석회석 현탁액 세척 공법은 대표적 질소산화물 제거 공법이다.
   ② 질소산화물의 촉매환원제는 $CaO$, $Na_2O \cdot Al_2O_3$, $NH_3$가 주로 사용된다.
   ③ 2단계 연소법 중 1단계는 공기를 이론양보다 충분히 공급하여 연소시키면 NO가 적게 생성된다.
   ④ 2단계 연소는 1단계 연소 시 발생하는 가스를 낮은 온도로 유지하고 공기를 충분히 공급하여 연소시킨다.

**정답 4번**

**출제 포인트**

질소산화물($NO_x$) 저감법 중 습식 세정, 촉매 환원, 2단계 연소의 원리와 적용 대상을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

습식 세정: 물이나 흡수액으로 오염물질을 제거하는 방법으로, 석회·석회석 세정은 주로 황산화물 제거에 사용된다. / 키워드: 황산화물 흡수

선택적 촉매 환원: 촉매가 있는 조건에서 주로 암모니아 등의 환원제를 사용하여 $NO_x$를 질소와 물로 전환한다. / 키워드: 촉매와 환원제의 구분

2단계 연소: 연소용 공기를 두 단계로 나누어 공급하여 연소영역의 산소 농도와 온도를 조절함으로써 $NO_x$ 생성을 억제하는 방법이다. / 키워드: 1단계 공기 부족, 2단계 완전연소

NoteBase

### 선지별 해설

① X
틀린 표현은 '대표적 질소산화물 제거 공법'이다. 석회 및 석회석 현탁액을 이용한 습식 세정은 대표적인 황산화물 제거 공법이며, 난용성인 $NO$가 많은 질소산화물의 대표 제거법이라고 보기 어렵다.

② X
틀린 표현은 $CaO$, $Na_2O \cdot Al_2O_3$, $NH_3$를 모두 '촉매환원제'로 묶은 부분이다. 촉매 환원에서는 촉매와 환원제를 구분해야 하며, $NH_3$는 대표적인 환원제이다. 올바르게는 적절한 촉매하에서 $NH_3$ 등의 환원제로 $NO_x$를 환원한다고 해야 한다.

③ X
틀린 표현은 1단계에서 '공기를 이론양보다 충분히 공급'한다는 부분이다. 올바르게는 1단계에서 이론공기량보다 적은 공기를 공급하여 연료 과잉의 환원성 분위기를 만들고, 2단계에서 나머지 공기를 공급하여 연소를 마무리한다.

④ O
2단계에서는 1단계에서 발생한 가스가 지나치게 고온이 되지 않도록 하면서 나머지 공기를 충분히 공급해 연소를 완결한다. 공기 공급을 단계화하고 온도를 낮게 유지하여 질소산화물 생성을 줄이는 설명이므로 적절하다.

### 오답 포인트

①의 석회·석회석 세정을 $NO_x$ 처리법으로 혼동하거나, ③에서 1단계와 2단계의 공기 공급 조건을 반대로 기억하기 쉽다. 또한 ②처럼 촉매와 환원제를 하나의 범주로 묶은 표현도 구별해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

석회·석회석 습식 세정은 황산화물, 촉매 환원은 촉매와 $NH_3$ 등의 환원제, 2단계 연소는 '1단계 공기 부족·2단계 나머지 공기 공급'으로 구별한다.

### 암기 포인트

석회석은 황산화물, $NH_3$는 환원제, 2단계 연소는 공기를 나누어 공급한다.

NoteBase

7. 「수질오염공정시험기준」상 용존산소 적정법에서 산화성물질 중 Fe(III) 100 ~ 200 mg / L가 함유되어있는 시료의 전처리 방법으로 사용되는 시약으로 가장 적절한 것은?
① 포타슘명반용액
② 플루오린화포타슘용액
③ 황산구리 - 설파민산용액
④ 요오드화포타슘 - 아자이드화소듐용액

**정답 2번**

**쟁점**

이 문제는 수질오염공정시험기준의 용존산소 적정법에서 방해물질에 맞는 전처리 시약을 구별하는 문제이다. 핵심은 시료에 Fe(III)가 100 ~ 200*mg/L* 함유된 경우 플루오린화포타슘용액을 사용한다는 점이다.

**용어 풀이**

용존산소 적정법은 시료 속 산소에 대응하여 생성된 요오드를 적정해 용존산소량을 구하는 방법이다. Fe(III)는 요오드화이온을 산화하여 요오드를 추가로 만들 수 있으므로 측정값에 양의 오차를 일으킨다.
플루오린화포타슘은 Fe(III)를 안정한 착물로 만들어 이 산화 간섭을 억제한다.

**핵심 구분**

현행 수질오염공정시험기준의 용존산소-적정법(ES 04308.1f)에서는 방해 원인별 전처리 시약을 구분한다. Fe(III)가 100 ~ 200*mg/L* 존재하는 시료에는 플루오린화포타슘용액을 사용한다. 착색·현탁 시료에는 포타슘명반응액을 이용하고, 미생물 플럭에는 황산구리-설파민산용액을 이용한다.
요오드화포타슘-아자이드화나트륨용액은 용존산소 고정 반응에 쓰이며 아자이드가 아질산이온의 간섭을 억제한다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X — 포타슘명반응액은 착색되거나 현탁된 시료에서 방해 성분을 응집·침전시키는 전처리에 사용하므로 Fe(III) 간섭 제거용이 아니다. 틀린 표현: Fe(III) 100 ~ 200*mg/L* 시료에 포타슘명반응액을 사용한다. 올바른 표현: 착색·현탁 시료에 포타슘명반응액을 사용한다.
② O — 플루오린화포타슘이 Fe(III)와 착물을 형성하여 요오드화이온의 산화를 막으므로 이 농도 범위의 철(III) 간섭을 억제하는 데 적합하다.
③ X — 황산구리-설파민산용액은 미생물 플럭이 형성된 시료의 전처리에 사용하는 시약이며 Fe(III) 간섭 제거용이 아니다. 틀린 표현: Fe(III) 100 ~ 200*mg/L* 시료에 황산구리-설파민산용액을 사용한다. 올바른 표현: 미생물 플럭이 형성된 시료에 황산구리-설파민산용액을 사용한다.
④ X — 요오드화포타슘-아자이드화나트륨용액은 용존산소 고정 과정에서 사용하는 기본 시약이고 아자이드는 아질산이온의 간섭을 억제하므로 Fe(III) 전용 전처리 시약이 아니다. 틀린 표현: Fe(III) 100 ~ 200*mg/L* 시료의 전처리에 요오드화포타슘-아자이드화나트륨용액을 사용한다. 올바른 표현: 해당 철(III) 간섭에는 플루오린화포타슘용액을 사용한다.

**오답 포인트**

모든 선지가 용존산소 적정법에 실제로 등장하는 시약이어서 시약의 존재만 기억하면 혼동하기 쉽다. 이 문항의 함정은 ④의 아자이드가 산화성 간섭을 처리한다는 점을 철(III) 처리와 혼동하게 하는 데 있다. 아자이드는 아질산이온, 플루오린화포타슘은 철(III)에 대응한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

시료의 방해물질을 먼저 찾고 시약을 일대일로 연결한다. 철(III)이 제시되면 플루오린화포타슘, 착색·현탁이면 포타슘명반, 미생물 플럭이면 황산구리-설파민산, 아질산이온이면 아자이드의 순서로 판단한다.

**암기 포인트**

철(III)-플루오린화포타슘, 착색·현탁-포타슘명반, 미생물 플럭-황산구리·설파민산, 아질산-아자이드로 묶어 기억한다.

NoteBase

8. 특수정수법에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 경수의 주원인물질은 Ca, Mg, Fe, Mn 등이다.
   ② 영구경수의 제거법으로 석회소다법이 사용된다.
   ③ 조류제거법으로는 황산동($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)을 이용한다.
   ④ 철이나 망간 등의 제거법으로는 주로 제올라이트(Zeolite)법이 사용된다.

**정답 4번**

**출제 포인트**

경도·영구경수·조류·철 및 망간처럼 제거 대상이 서로 다를 때 각 대상에 맞는 특수정수법을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

경도는 물속의 다가 양이온 때문에 비누 소비량이 늘고 물때가 생기는 성질이며, 주된 원인은 칼슘과 마그네슘이다.
석회소다법은 석회와 소다회를 넣어 칼슘·마그네슘을 침전시켜 영구경수를 연화하는 방법이다.
제올라이트법은 이온교환으로 경도 성분인 칼슘·마그네슘을 제거하는 연화법이다. 철·망간은 일반적으로 산화한 뒤 불용성 침전물로 만들어 여과하여 제거한다.

**선지별 해설**

① O — 경도는 주로 $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$에 의해 생기며 $Fe^{2+}$, $Mn^{2+}$ 등의 다가 금속 이온도 경도에 영향을 줄 수 있다.
② O — 영구경수는 가열만으로 제거되지 않으므로 석회소다법으로 칼슘과 마그네슘을 침전시켜 제거할 수 있다.
③ O — 황산동 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$은 조류의 발생을 억제하거나 조류를 제거하는 약제로 사용된다.
④ X — 틀린 표현은 '철이나 망간 등의 제거법으로는 주로 제올라이트법이 사용된다'이다. 일반적인 철·망간 제거는 폭기 또는 산화제를 이용해 철과 망간을 불용성 산화물로 만든 뒤 여과하는 방식이며, 일반 제올라이트법은 주로 경도 성분인 칼슘과 마그네슘을 이온교환으로 제거하는 연화법이다.

NoteBase

**오답 포인트**

④의 '제올라이트'가 금속 이온 제거와 관련 있다는 점만 보고 철·망간 제거법으로 판단하기 쉽다. 그러나 시험에서는 일반 제올라이트 연화법의 주된 대상은 칼슘·마그네슘이고, 철·망간은 산화·여과가 기본이라는 구분이 핵심이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

제거 대상을 먼저 찾고 처리 원리를 연결한다. 경도 성분인 칼슘·마그네슘은 석회소다 침전 또는 제올라이트 이온교환, 조류는 황산동, 철·망간은 산화 후 여과로 판단한다.

**암기 포인트**

경도는 석회소다·제올라이트, 조류는 황산동, 철·망간은 산화·여과이다.

NoteBase

9. 경수를 이온교환수지법으로 연수화하기 위해 $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$을 제거하고, 이온교환 능력을 높이는 물연화제 재생을 위하여 주기적으로 첨가해주어야 하는 것으로 가장 적절한 것은?

① NaCl ② $NH_4OH$

③ NaOH ④ $CH_3COOH$

**정답 1번**

**출제 포인트**

경수 연화에 사용하는 $Na^+$형 양이온교환수지의 교환 능력을 회복시키는 재생제를 묻는 문제이다.

**핵심 개념**

$Na^+$형 양이온교환수지는 물속의 $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$를 수지의 $Na^+$와 교환하여 경도를 낮춘다. 사용이 계속되면 수지에 $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$가 쌓이므로, 고농도 NaCl 용액을 흘려 많은 $Na^+$를 공급하면 이 이온들이 밀려나고 수지가 다시 $Na^+$형으로 돌아간다.

**선지별 해설**

① O — NaCl은 재생에 필요한 $Na^+$를 높은 농도로 공급하여 수지에 붙은 $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$를 밀어내므로 가장 적절하다.

② X — $NH_4OH$는 수지를 $Na^+$형으로 회복시키는 데 필요한 $Na^+$를 공급하지 못한다. 틀린 표현은 '$NH_4OH$'이며, 올바르게는 '고농도 NaCl 용액'이다.

③ X — NaOH는 $Na^+$를 포함하지만 강염기성이어서 일반적인 $Na^+$형 경수 연화용 양이온교환수지의 표준 재생제로 쓰는 물질이 아니다. 틀린 표현은 'NaOH'이며, 올바르게는 '고농도 NaCl 용액'이다.

④ X — $CH_3COOH$는 약산이며 $Na^+$형 수지를 재생하는 데 필요한 $Na^+$를 공급하지 못한다. 틀린 표현은 '$CH_3COOH$'이며, 올바르게는 '고농도 NaCl 용액'이다.

**오답 포인트**

③ NaOH에도 $Na^+$가 있다는 점이 함정이다. 재생제는 단순히 나트륨을 포함하는 물질이 아니라, 수지에 고농도의 $Na^+$를 안전하고 경제적으로 공급하는 NaCl 용액이어야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

경수 연화용 $Na^+$형 양이온교환수지의 재생 문제에서는 수지에 $Na^+$를 다시 채우는 농축 소금물, 즉 NaCl 용액을 선택한다.

NoteBase

**암기 포인트**

경수 연화: $Ca^{2+}$·$Mg^{2+}$ 제거, 수지 재생: NaCl로 $Na^{+}$ 보충이다.

10. STP 상태에서 연소가스 $Y$ 1.12 L의 질량이 2.9 g일 때, 가스 $Y$의 분자량을 계산한 것으로 가장 적절한 것은?

① 14 g ② 29 g
③ 58 g ④ 87 g

**정답 3번**

**출제 포인트**

STP에서 기체 1몰의 부피가 22.4$L$임을 이용하여 기체의 몰수와 분자량을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 기체 $Y$의 부피는 1.12$L$, 질량은 2.9$g$이다.
구해야 할 값: 기체 $Y$의 분자량이다.
주의할 조건: STP에서 기체 1몰의 부피는 22.4$L$이다.

**사용할 공식**

$n = \frac{V}{22.4L/mol}$
$M = \frac{m}{n}$
여기서 $n$은 몰수, $V$는 기체의 부피, $m$은 질량, $M$은 몰질량이다. STP에서는 부피를 몰부피로 나누어 몰수를 구할 수 있으므로 이 공식을 사용한다. 분자량의 수치는 몰질량을 $g/mol$로 나타낸 수치와 같다.

**계산 과정**

1. 기체의 몰수를 구한다.
$n = \frac{1.12L}{22.4L/mol} = 0.05mol$
2. 질량을 몰수로 나누어 몰질량을 구한다.
$M = \frac{2.9g}{0.05mol} = 58g/mol$
3. 따라서 기체 $Y$의 분자량은 58이고, 1몰의 질량은 58$g$이다.

**선지 판단**

① X — 14$g$은 계산 결과와 다르다. 틀린 값 14$g$ → 올바르게는 58$g$이다.
② X — 29$g$은 2.9$g$을 0.1$mol$로 잘못 나눌 때 나오는 값이다. 틀린 값 29$g$ → 올바르게는 58$g$이다.
③ O — 계산한 몰질량이 58$g/mol$이므로 분자량의 수치는 58이고, 1몰의 질량은 58$g$이다.
④ X — 87$g$은 계산 결과와 다르다. 틀린 값 87$g$ → 올바르게는 58$g$이다.
계산 결과가 58이므로 정답은 3번이다.

NoteBase

**오답 포인트**

핵심 함정은 $1.12L$가 $22.4L$의 1/20이므로 몰수가 $0.05mol$이라는 점을 놓치는 것이다. 특히 $0.1mol$로 잘못 계산하면 ②의 $29g$을 고르게 된다. 또한 주어진 $2.9g$은 시료의 질량이고, 분자량에 해당하는 수치는 1몰의 질량에서 얻는다는 점을 구분한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

STP 기체 문제는 부피를 $22.4L/mol$로 나누어 몰수를 구한 뒤, 시료의 질량을 몰수로 나누어 몰질량을 계산한다. 마지막에는 부피 단위와 질량 단위가 각각 약분되는지 확인한다.

**암기 포인트**

STP에서 $22.4L = 1mol$이며, 분자량의 수치는 몰질량을 $g/mol$로 나타낸 수치와 같다.

NoteBase

11. 「수질오염공정시험기준」상 노말헥산 추출물질 시험 시 물 중에 비교적 휘발되지 않는 탄화수소, 탄화수소유도체, 그리스유상물질 및 광유류를 함유하고 있는 시료를 노말헥산으로 추출하고자 할 때 액성의 유지 기준으로 가장 적절한 것은?

① pH 10 이상　　② pH 7 ~ 9

③ pH 5 ~ 6　　④ pH 4 이하

**정답 4번**

**쟁점**

이 문제는 노말헥산 추출물질 시험에서 추출할 때 유지하는 시료의 액성에 관한 문제이다. 핵심은 시료를 산성으로 조절하는 기준이 pH 4 이하라는 점이다.

**용어 풀이**

노말헥산 추출물질은 물속의 비교적 휘발되지 않는 탄화수소, 탄화수소유도체, 그리스유상물질 및 광유류 가운데 노말헥산층으로 추출되는 물질이다.

**핵심 구분**

현행 「수질오염공정시험기준」의 노말헥산 추출물질 시험법에서는 시료를 pH 4 이하의 산성으로 조절한 뒤 노말헥산으로 추출한다. 따라서 중성이나 알칼리성 범위가 아니라 산성 범위를 선택해야 한다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X
- pH 10 이상은 강한 알칼리성으로, 노말헥산 추출 시료의 액성 기준과 반대이다.
- 틀린 표현: pH 10 이상
- 올바른 표현: pH 4 이하

② X
- pH 7~9는 중성에서 약알칼리성 범위이므로 산성 조건을 충족하지 않는다.
- 틀린 표현: pH 7~9
- 올바른 표현: pH 4 이하

③ X
- pH 5~6은 약산성이지만 기준인 pH 4 이하보다 높으므로 적합하지 않다.
- 틀린 표현: pH 5~6
- 올바른 표현: pH 4 이하

④ O
- 시료를 pH 4 이하의 산성으로 조절하여 노말헥산으로 추출하는 것이 시험기준에 맞는다.

**오답 포인트**

‘산성으로 조절한다’는 사실만 기억하고 ③의 pH 5~6을 고르기 쉽다. 이 문항은 단순한 산성 여부가 아니라 경계값인 pH 4 이하를 정확히 묻는다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

노말헥산 추출물질의 추출 액성을 묻는 문항에서는 ‘산성’이라는 방향과 ‘pH 4 이하’라는 경계값을 함께 확인한다.

**암기 포인트**

노말헥산 추출은 pH 4 이하의 산성 조건이다.

NoteBase

12. 합성수지용, 폴리염화비닐 및 접착제의 가소제로 사용되며, 특히 가정에서 사용되는 랩에 많은 내분비교란 화학물질로 가장 적절한 것은?
① 프탈산 에스터(Phthalic Acid Ester)
② 비스페놀 A(Bisphenol A)
③ 스티렌 이합체(Styrene Dimer)
④ 벤조(a)피렌(Benzo - a - Pyrene)

**정답 1번**

**출제 포인트**

합성수지·식품 포장재와 관련된 화학물질을 용도와 발생 경로로 구분하고, 가정용 랩에 사용되는 대표적 가소제 계열을 찾는 문제이다.

**핵심 개념**

프탈산 에스터는 프탈레이트라고도 하며, 단단한 수지를 유연하게 만드는 가소제로 널리 사용되는 화합물 계열이다. 특히 연질 폴리염화비닐(PVC) 제품의 가소제와 관련되며 내분비계 교란 우려 물질로 다루어진다. 비스페놀 A는 주로 폴리카보네이트와 에폭시수지의 원료 성분이고, 스티렌 이합체는 폴리스티렌과 관련된 스티렌 올리고머이며, 벤조(a)피렌은 유기물의 불완전연소 과정에서 생성되는 다환방향족탄화수소이다.

**선지별 해설**

① O — 프탈산 에스터는 합성수지, 특히 연질 PVC를 부드럽게 만드는 대표적 가소제 계열이며 가정용 랩과 관련된 내분비계 교란 우려 물질로 알려져 있으므로 가장 적절하다.
② X — 틀린 부분은 '가정용 랩에 사용되는 대표적 가소제'로 본 것이다. 비스페놀 A는 올바르게는 폴리카보네이트와 에폭시수지의 원료 성분으로 구분한다.
③ X — 틀린 부분은 스티렌 이합체를 PVC용 가소제로 본 것이다. 스티렌 이합체는 올바르게는 폴리스티렌 제조·제품과 관련된 스티렌 올리고머로 구분한다.
④ X — 틀린 부분은 벤조(a)피렌을 합성수지용 가소제로 본 것이다. 벤조(a)피렌은 올바르게는 유기물의 불완전연소로 생성되는 다환방향족탄화수소로 구분한다.

**오답 포인트**

②와 ③도 플라스틱이나 식품 용기와 연관될 수 있어 혼동하기 쉽다. 그러나 이 문항의 결정적 단서는 'PVC 등의 가소제'이며, 이 용도에 직접 대응하는 계열은 프탈산 에스터이다. ④는 첨가제가 아니라 불완전연소 생성물이라는 점이 구별 기준이다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

화학물질을 단순히 '플라스틱 관련 물질'로 묶지 않고 용도로 구분한다. 가소제·연질 PVC이면 프탈산 에스터, 폴리카보네이트·에폭시수지 원료이면 비스페놀 A, 폴리스티렌 관련 올리고머이면 스티렌 이합체, 불완전연소 생성물이면 벤조(a)피렌으로 판단한다.

**암기 포인트**

프탈레이트는 PVC를 부드럽게 하는 가소제, 벤조(a)피렌은 태울 때 생기는 불완전연소 물질이다.

NoteBase

13. 질산화는 암모늄이온($NH_4^+$)이 아질산염($NO_2^-$)과 질산염($NO_3^-$)으로 순차적으로 산화되는 과정이다. 1몰의 암모늄이온이 100 % 질산화된다면 필요한 산소의 양을 계산한 것으로 가장 적절한 것은?

① 4몰 ② 3몰

③ 2몰 ④ 1몰

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 질산화 과정에서 질소의 산화수 변화와 산소의 전자 수용량을 이용하여 필요한 산소의 몰수를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 암모늄이온 1몰이 100% 질산화된다.
구해야 할 값: 암모늄이온이 아질산염을 거쳐 질산염이 될 때 필요한 산소의 총 몰수이다.
주의할 조건: 중간 생성물인 아질산염까지만 계산하지 않고 질산염까지의 전체 산화수 변화를 계산한다.

**사용할 공식**

질소의 산화수 변화: $NH_4^+$의 $N = -3$, $NO_2^-$의 $N = +3$, $NO_3^-$의 $N = +5$이다.
산소의 환원 반응은 $O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$로 나타낼 수 있으므로 산소 1몰은 전자 4몰을 받는다.
이 공식을 쓰는 이유: 암모늄이온의 질소가 질산염의 질소로 산화되면서 잃는 전자 수와 산소가 받는 전자 수가 같아야 하기 때문이다.

**계산 과정**

1. 암모늄이온에서 아질산염까지 질소의 산화수는 −3에서 +3으로 변하므로 질소 1몰당 전자 6몰을 잃는다. 이 단계에는 6/4 = 1.5몰의 $O_2$가 필요하다.
2. 아질산염에서 질산염까지 질소의 산화수는 +3에서 +5로 변하므로 전자 2몰을 더 잃는다. 이 단계에는 2/4 = 0.5몰의 $O_2$가 필요하다.
3. 따라서 필요한 산소의 총량은 1.5 + 0.5 = 2몰이다. 전체 산화수 변화로 계산해도 8/4 = 2몰로 같다.

NoteBase

**선지 판단**

① X — 4몰은 필요한 양의 두 배이다. 산소 1몰이 전자 4몰을 받는다는 점을 적용하면 올바른 값은 산소 2몰이다.
② X — 3몰은 암모늄이온에서 아질산염까지 필요한 1.5몰과 아질산염에서 질산염까지 필요한 0.5몰의 합과 일치하지 않는다. 올바른 합은 2몰이다.
③ O — 두 단계에서 필요한 산소는 각각 1.5몰과 0.5몰이므로 총 2몰이다.
④ X — 1몰의 산소는 전자 4몰만 받을 수 있어 질소의 전체 산화수 변화에 따른 전자 8몰을 수용하기에 부족하다. 올바른 값은 산소 2몰이다.

**오답 포인트**

아질산염은 중간 생성물이므로 첫 단계만 계산하면 안 된다. $NH_4^+ \rightarrow NO_2^-$에 필요한 산소 1.5몰과 $NO_2^- \rightarrow NO_3^-$에 필요한 산소 0.5몰을 모두 더해야 한다. 또한 산소 원자 수가 아니라 $O_2$의 몰수를 묻는다는 점도 구분한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

질산화에 필요한 산소량은 질소의 처음 산화수와 최종 산화수의 차이로 잃는 전자 수를 구한 뒤, 산소 1몰이 전자 4몰을 받는 관계로 나누어 판단한다. 중간 생성물이 제시되면 각 단계의 산소량을 합산하여 검산한다.

**암기 포인트**

암모늄성 질소 1몰이 질산성 질소까지 완전 질산화될 때 필요한 산소는 2몰이다: $N: -3 \rightarrow +5$, 전자 8몰 방출, $O_2$ 2몰 소비이다.

NoteBase

14. 방사선의 투과력 순서로 가장 적절한 것은?
① α선 < β선 < ϒ선 또는 x-ray
② β선< α선 < ϒ선 또는 x-ray
③ ϒ선< α선 < β선 또는 x-ray
④ x-ray < α선 < β선 또는 ϒ선

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 α선, β선, γ선 및 X선의 일반적인 투과력 순서를 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

α선: 헬륨 원자핵으로 이루어진 입자선이며 물질과 강하게 상호작용하므로 투과력이 가장 약하다.
β선: 빠른 전자 또는 양전자로 이루어진 입자선이며 투과력은 α선보다 강하고 γ선·X선보다 약하다.
γ선·X선: 전자기파이며 일반적으로 α선과 β선보다 투과력이 강하다. γ선과 X선은 발생 기원이 다르지만 이 문항의 순서에서는 같은 높은 투과력 범주로 본다.
일반적인 투과력 순서는 α선 < β선 < γ선 또는 X선이다.

**선지별 해설**

① O — α선 < β선 < γ선 또는 X선의 순서로 제시하여 일반적인 투과력 순서와 일치한다.
② X — 틀린 부분은 'β선 < α선'이다. α선은 β선보다 투과력이 약하므로 올바르게는 'α선 < β선 < γ선 또는 X선'이다.
③ X — 틀린 부분은 γ선을 가장 투과력이 약한 방사선으로 둔 것이다. γ선은 α선과 β선보다 투과력이 강하므로 올바르게는 'α선 < β선 < γ선 또는 X선'이다.
④ X — 틀린 부분은 X선을 α선보다 투과력이 약한 것으로 둔 것이다. X선은 α선과 β선보다 투과력이 강하므로 올바르게는 'α선 < β선 < γ선 또는 X선'이다.

**오답 포인트**

입자의 크기나 질량이 크면 더 잘 뚫고 지나갈 것이라고 생각하면 α선을 가장 강하게 보기 쉽다. 그러나 α선은 물질과 강하게 상호작용하여 에너지를 짧은 거리에서 잃으므로 투과력이 가장 약하다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

투과력은 'α선이 가장 약하고, β선이 그다음이며, 전자기파인 γ선·X선이 강하다'는 기준으로 판단한다. 차폐 물질도 α선은 종이, β선은 얇은 금속판, γ선·X선은 납이나 두꺼운 콘크리트가 필요하다는 대응 관계로 구별한다.

NoteBase

**암기 포인트**

투과력은 α < β < γ·X, 차폐 두께는 종이 < 금속판 < 납·콘크리트이다.

NoteBase

15. $A + B \leftrightarrow C + D$의 반응이 평형에 도달했을 때, A, B가 각각 0.1 mole / L이고 C, D가 각각 0.3 mole / L일 때 이 반응의 평형상수를 계산한 것으로 가장 적절한 것은? (단, 각 물질의 활동도는 모두 1로 가정한다)

① 1 ② 3

③ 6 ④ 9

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 평형 농도와 반응식의 화학양론계수를 이용해 농도 평형상수 $K_c$를 계산하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: $[A] = [B] = 0.1\text{mol/L}$, $[C] = [D] = 0.3\text{mol/L}$이다.

구해야 할 값: 반응 $A + B \rightleftharpoons C + D$의 평형상수이다.

주의할 조건: 각 물질의 화학양론계수가 1이므로 평형상수 식에서 각 농도의 지수도 1이다. 문제의 가정에 따라 활동도계수의 영향은 무시하고 주어진 평형 농도를 사용한다.

**사용할 공식**

$K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$

생성물의 평형 농도 곱을 분자에, 반응물의 평형 농도 곱을 분모에 두는 이유는 평형상수 식에서 각 물질의 농도가 반응식 계수를 지수로 하여 들어가기 때문이다.

**계산 과정**

1. 생성물 농도의 곱은 $0.3 \times 0.3 = 0.09$이다.
2. 반응물 농도의 곱은 $0.1 \times 0.1 = 0.01$이다.
3. 따라서 $K_c = \frac{0.3 \times 0.3}{0.1 \times 0.1} = \frac{0.09}{0.01} = 9$이다.

**선지 판단**

① X — 계산값은 1이 아니라 9이다. 올바르게는 평형상수가 9이다.

② X — 계산값은 3이 아니라 9이다. 올바르게는 각 농도를 단순히 더하거나 생성물과 반응물의 농도비 하나만 구하는 것이 아니라 네 농도의 곱과 비를 계산해야 한다.

③ X — 계산값은 6이 아니라 9이다. 올바르게는 $0.09/0.01 = 9$이다.

④ O — $K_c = (0.3 \times 0.3)/(0.1 \times 0.1) = 9$이므로 옳다.

NoteBase

**오답 포인트**

생성물과 반응물의 농도를 각각 더해 비를 구하면 3이 나오지만, 평형상수는 농도의 합이 아니라 화학양론계수를 지수로 한 농도의 곱으로 계산한다. 또한 생성물을 분자에, 반응물을 분모에 두어야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 반응식의 계수를 확인하고, 생성물은 분자·반응물은 분모에 놓은 뒤 각 농도에 해당 계수를 지수로 적용하여 계산한다. 마지막으로 대입값과 분자·분모의 위치를 검산한다.

**암기 포인트**

평형상수는 '생성물 농도의 계수승 곱 ÷ 반응물 농도의 계수승 곱'이다.

NoteBase

16. 「수질오염공정시험기준」상 냄새(Odor) 측정 시 잔류염소가 존재할 때 잔류염소를 제거하기 위해 사용하는 시약으로 가장 적절한 것은?
① 염화칼슘용액
② 인산염완충용액
③ 수산화소듐용액
④ 티오황산소듐용액

**정답 4번**

**쟁점**

이 문제는 수질오염공정시험기준의 냄새 측정에서 잔류염소를 제거하는 시약을 묻는다. 핵심은 잔류염소를 환원하여 제거하는 시약과 pH 조절·완충 등에 쓰이는 시약을 구별하는 것이다.

**용어 풀이**

잔류염소는 소독 후 물에 남아 있는 염소계 산화성 물질이다. 냄새 측정 전에 이를 제거해야 염소 냄새가 측정 결과에 영향을 주지 않는다.

**핵심 구분**

수질오염공정시험기준의 냄새 시험방법은 잔류염소가 존재할 때 티오황산소듐용액을 사용하도록 한다.
티오황산소듐은 환원제로 작용하여 잔류염소를 제거한다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X
염화칼슘용액은 잔류염소를 환원하여 제거하는 시약이 아니다.
틀린 표현: 잔류염소 제거에 염화칼슘용액을 사용한다.
올바른 표현: 잔류염소 제거에는 티오황산소듐용액을 사용한다.

② X
인산염완충용액은 용액의 pH를 일정하게 유지하는 완충 용액이며, 냄새 측정에서 잔류염소를 제거하는 환원제가 아니다.
틀린 표현: 잔류염소 제거에 인산염완충용액을 사용한다.
올바른 표현: 잔류염소 제거에는 티오황산소듐용액을 사용한다.

③ X
수산화소듐용액은 강염기성 용액으로 pH를 높이는 데 쓰이며, 잔류염소 제거용 환원제가 아니다.
틀린 표현: 잔류염소 제거에 수산화소듐용액을 사용한다.
올바른 표현: 잔류염소 제거에는 티오황산소듐용액을 사용한다.

④ O
티오황산소듐용액은 환원제로서 잔류염소를 제거하므로 냄새 측정에 가장 적절하다.

**오답 포인트**

② 인산염완충용액과 ③ 수산화소듐용액도 수질 분석에서 사용되는 시약이지만, 이 문항은 pH 조절이 아니라 산화성 잔류염소의 제거를 묻는다. 시약의 이름보다 기능을 기준으로 구별해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

냄새 측정 전에 잔류염소를 제거하는 상황에서는 산화성 염소를 환원하는 시약을 찾는다. 선택지 중 환원제인 티오황산소듐용액을 고르면 된다.

**암기 포인트**

냄새 측정의 잔류염소 제거는 티오황산소듐이다.

NoteBase

17. 기체상이나 수용액상에 존재하는 오염물질이 활성탄, 토양 등의 고체 물질로 흡착되는 과정을 설명하는 모델식으로 가장 적절한 것은?

① Streeter – Phelps 식 ② Stokes 식

③ BET 식 ④ Monod 식

**정답 3번**

**출제 포인트**

기체상 또는 수용액상의 오염물질이 고체 표면에 흡착되는 현상을 설명하는 모형과 수질·입자·미생물 관련 모형을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

BET 식은 고체 표면에서 흡착질이 여러 층으로 흡착되는 다분자층 흡착을 설명하는 등온식이다.
Streeter-Phelps 식은 하천의 탈산소와 재포기에 따른 용존산소 부족량의 변화를, Stokes 식은 유체 속 입자의 침강을, Monod 식은 제한 기질 농도에 따른 미생물의 비성장속도를 설명한다.

**선지별 해설**

① X — Streeter-Phelps 식을 흡착 모형으로 본 부분이 틀리다. 올바르게는 하천에서 유기물 분해에 의한 탈산소와 대기 재포기의 균형으로 용존산소 부족 곡선을 설명하는 식이다.
② X — Stokes 식을 흡착 모형으로 본 부분이 틀리다. 올바르게는 층류 조건에서 유체 속 구형 입자의 중력 침강속도를 설명하는 식이다.
③ O — BET 식은 고체 표면에 흡착질이 다분자층을 이루며 흡착되는 과정을 설명하는 대표적인 흡착 등온식이므로 제시된 과정에 가장 적절하다.
④ X — Monod 식을 흡착 모형으로 본 부분이 틀리다. 올바르게는 제한 기질 농도와 미생물의 비성장속도 사이의 관계를 설명하는 식이다.

**오답 포인트**

네 식이 모두 환경공학에서 자주 쓰인다는 공통점 때문에 적용 대상을 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 '고체 물질로 흡착'이라는 표현이 결정적 단서이며, 이를 다분자층 흡착 모형인 BET 식과 연결해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

문제의 핵심 현상을 먼저 분류한다. 고체 표면의 다분자층 흡착이면 BET, 하천의 용존산소 부족이면 Streeter-Phelps, 입자 침강이면 Stokes, 기질 농도에 따른 미생물 성장속도이면 Monod로 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

BET는 흡착, Streeter-Phelps는 하천 용존산소, Stokes는 침강, Monod는 미생물 성장이다.

NoteBase

18. 물의 자정작용(Self－Purification)으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 교환작용　② 식균작용
③ 희석작용　④ 산화작용

**정답 1번**

**출제 포인트**

물의 자정작용을 물리적·화학적·생물학적 작용으로 구분하고, 대표적인 자정 기작에 해당하지 않는 것을 찾는 문제이다.

**핵심 개념**

물의 자정작용은 자연 수역에 들어온 오염물질의 농도가 낮아지거나 오염성이 감소하는 현상이다. 물리적 작용에는 희석·침전 등이, 화학적 작용에는 산화 등이, 생물학적 작용에는 미생물의 분해와 원생동물 등의 식균작용 등이 포함된다.

**선지별 해설**

① X — 교환작용은 물의 자정작용을 구성하는 대표적인 독립 기작으로 분류하지 않는다. 틀린 표현은 '교환작용'이며, 올바르게는 '희석작용·침전작용·산화작용·식균작용 등'이 자정작용에 해당한다.
② O — 식균작용은 원생동물 등이 세균이나 미세 입자를 포식하여 수중 미생물과 유기성 오염물질을 줄이는 생물학적 자정작용이다.
③ O — 희석작용은 오염수가 깨끗한 물과 섞이면서 단위 부피당 오염물질 농도가 낮아지는 물리적 자정작용이다.
④ O — 산화작용은 용존산소 등의 작용으로 유기물이나 환원성 물질이 산화되어 오염성이 감소하는 화학적·생화학적 자정작용이다.

**오답 포인트**

'교환작용'이 흡착이나 물질 이동과 비슷한 과학 용어처럼 보여 자정작용으로 착각하기 쉽다. 이 문항에서는 교환작용이 아니라 희석·침전, 산화, 미생물 분해·식균과 같은 대표 기작을 기준으로 판단한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

선지를 물리적 작용, 화학적 작용, 생물학적 작용 중 하나로 연결한다. 희석·침전은 물리적, 산화는 화학적, 분해·식균은 생물학적 작용으로 연결되며, 어느 범주에도 대표 기작으로 연결되지 않는 표현을 고른다.

NoteBase

**암기 포인트**

자정작용의 대표 흐름은 '희석·침전으로 줄이고, 산화로 바꾸고, 미생물과 식균으로 분해·제거한다'이다.

NoteBase

19. 질소산화물 제거 시 반응온도가 높으면 암모니아($NH_3$) 기체가 산소 기체와 반응하여 일산화질소(NO) 기체와 수증기가 생성된다. 이때 2몰의 $NH_3$ 기체가 만들 수 있는 NO의 양을 계산한 것으로 가장 적절한 것은?

① 20 g ② 30 g
③ 40 g ④ 60 g

**정답 4번**

**출제 포인트**

암모니아의 산화 반응식을 완성하고, 반응식의 몰비와 일산화질소의 몰질량을 이용해 생성되는 NO의 질량을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: $NH_3$ 2몰
구해야 할 값: 생성 가능한 NO의 질량
주의할 조건: 반응물인 산소는 충분하다고 보고, 먼저 균형 반응식에서 $NH_3$와 NO의 몰비를 확인한다.

**사용할 공식**

균형 반응식은 다음과 같다.

$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$

따라서 $NH_3$ : NO = 4 : 4 = 1 : 1이다. 질량은 $m = nM$으로 구한다. 반응식의 계수비가 물질의 몰비를 나타내므로 먼저 NO의 몰수를 구한 뒤 몰질량을 곱한다.

**계산 과정**

1. 몰비가 1 : 1이므로 $NH_3$ 2몰에서 NO 2몰이 생성된다.
2. NO의 몰질량은 14 + 16 = 30$g/mol$이다.
3. 생성되는 NO의 질량은 다음과 같다.

$m = 2mol \times 30g/mol = 60g$

NoteBase

**선지 판단**

① X — 20$g$은 계산 결과 60$g$과 일치하지 않는다. 틀린 값 20$g$은 올바르게는 60$g$이다.
② X — 30$g$은 NO 1몰의 질량만 계산한 값이다. 이 반응에서는 NO가 2몰 생성되므로 올바르게는 60$g$이다.
③ X — 40$g$은 NO의 몰질량 30$g/mol$을 적용한 계산 결과가 아니다. 틀린 값 40$g$은 올바르게는 60$g$이다.
④ O — NO 2몰에 몰질량 30$g/mol$을 곱하면 60$g$이므로 옳다.

**오답 포인트**

②의 30$g$은 NO의 몰질량 자체를 답으로 고를 때 나오는 값이다. 몰질량은 1몰의 질량이므로, 생성 몰수 2몰을 반드시 곱해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

기체 반응의 질량 계산은 균형 반응식 작성 → 계수로 몰비 확인 → 생성 몰수 계산 → 몰질량을 곱해 질량 환산의 순서로 판단한다.

**암기 포인트**

$4NH_3 \rightarrow 4NO$이므로 $NH_3$와 NO는 몰비가 1 : 1이고, NO의 몰질량은 30$g/mol$이다.

NoteBase

20. 다음 중 음용수의 소독과정에서 만들어질 수 있는 THM으로 가장 적절한 것으로 묶인 것은?

| 가. $CHCl_3$ | 나. $CHClBr$ | 다. $CHCl_2I$ | 라. $CHBr_2$ |
|---|---|---|---|

① 가, 나, 다
② 다
③ 가, 다
④ 가, 나, 다, 라

**정답 3번**

**출제 포인트**

트리할로메탄(THM)의 구조적 조건을 화학식에 적용하여, 음용수 소독 과정에서 생성될 수 있는 물질을 판별하는 문제이다.

**핵심 개념**

트리할로메탄은 메탄의 수소 4개 중 3개가 할로젠 원자로 치환된 화합물이며, 일반형은 $CHX_3$이다. 세 할로젠은 모두 같을 수도 있고 서로 다른 종류가 섞일 수도 있으므로, 각 화학식에서 탄소에 결합한 할로젠 원자의 총수가 3개인지 확인한다.

**선지별 해설**

① X — 가의 $CHCl_3$와 다의 $CHCl_2I$는 할로젠 원자가 각각 3개이지만, 나의 $CHClBr$는 제시된 화학식상 할로젠 원자가 2개뿐이다. 틀린 묶음 '가, 나, 다'는 '가, 다'로 고쳐야 한다.
② X — 다의 $CHCl_2I$는 Cl 2개와 I 1개로 할로젠 원자가 총 3개이므로 THM에 해당하지만, 가의 $CHCl_3$도 THM이다. '다'만 고른 것을 '가, 다'로 고쳐야 한다.
③ O — 가의 $CHCl_3$는 Cl 3개, 다의 $CHCl_2I$는 Cl 2개와 I 1개가 결합하여 모두 $CHX_3$의 구조 조건을 충족한다.
④ X — 나의 $CHClBr$와 라의 $CHBr_2$는 제시된 화학식상 할로젠 원자가 각각 2개이므로 THM이 아니다. 틀린 묶음 '가, 나, 다, 라'는 '가, 다'로 고쳐야 한다.

**오답 포인트**

THM을 염소계 물질로만 생각하면 I가 들어 있는 다를 제외하기 쉽다. 그러나 이름의 '트리(tri-)'는 할로젠의 종류가 아니라 할로젠 원자의 총수가 3개라는 뜻이므로, 서로 다른 할로젠이 섞여 있어도 구조 조건을 만족할 수 있다.

NoteBase

### 다시 나오면 이렇게 판단

각 화학식에서 H를 제외한 할로젠 원자 Cl, Br, I의 아래첨자를 합산한다. 그 합이 3이고 탄소에 수소가 1개 남은 $CHX_3$형이면 THM으로 판단한다.

### 암기 포인트

THM은 ‘H 1개 + 할로젠 3개’인 $CHX_3$형이다.

21. 스톡홀름 협약에 의해 국제적으로 사용의 금지 및 제한을 받게 된 잔류성유기오염물질(Persistent Organic Pollutants, POPs)로 가장 적절한 것은?

① 이산화황　② 사염화탄소

③ 페놀　④ PCB

**정답 4번**

**쟁점**

이 문제는 스톡홀름 협약이 국제적으로 폐절·제한하는 잔류성유기오염물질(POPs)을 식별하는 문제이다. 핵심은 일반적인 대기오염물질이나 유해 유기물질과 협약 부속서에 등재된 POPs를 구별하는 것이다.

**용어 풀이**

잔류성유기오염물질(POPs)은 환경에서 잘 분해되지 않고 생물체에 축적되며 장거리 이동하여 사람과 생태계에 위해를 줄 수 있는 유기오염물질이다.

**핵심 구분**

스톡홀름 협약에서 부속서 A는 생산·사용의 폐절, 부속서 B는 생산·사용의 제한, 부속서 C는 비의도적 생성·배출의 저감을 다룬다. PCB는 협약의 최초 규제 대상 POPs 중 하나이며 현행 부속서 A와 C에 등재되어 있다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X
이산화황은 황 함유 연료의 연소 등에서 발생하는 대표적인 무기성 대기오염물질로, 스톡홀름 협약 부속서에 등재된 POPs가 아니다.
틀린 표현: 이산화황을 스톡홀름 협약상 POPs로 보는 것
올바른 표현: 이산화황은 일반 대기오염물질이며 스톡홀름 협약상 POPs가 아니다.

② X
사염화탄소는 오존층 파괴물질로서 몬트리올 의정서의 규제 대상이지만, 스톡홀름 협약 부속서에 등재된 POPs는 아니다.
틀린 표현: 사염화탄소를 스톡홀름 협약상 POPs로 보는 것
올바른 표현: 사염화탄소는 몬트리올 의정서가 규제하는 오존층 파괴물질이다.

③ X
페놀은 독성이 있는 유기화합물이지만, 스톡홀름 협약 부속서에 등재된 POPs는 아니다.
틀린 표현: 페놀을 스톡홀름 협약상 POPs로 보는 것
올바른 표현: 페놀은 유해 유기화합물이지만 스톡홀름 협약상 POPs는 아니다.

④ O
PCB(폴리염화비페닐)는 난분해성·생물축적성·장거리 이동성·독성을 지닌 대표적인 POPs이다. 스톡홀름 협약의 현행 부속서 A와 C에 등재되어 생산·사용의 폐절과 비의도적 배출 저감의 대상이 된다.

**오답 포인트**

'환경에 유해한 물질'이면 모두 스톡홀름 협약의 POPs라고 판단하는 것이 함정이다. 특히 ② 사염화탄소는 국제협약의 규제 대상이라는 점은 맞지만, 적용되는 협약은 스톡홀름 협약이 아니라 몬트리올 의정서이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

물질의 유해성만 보지 않고 어느 국제협약의 규제 목록에 등재되어 있는지를 판단한다. 스톡홀름 협약은 POPs, 몬트리올 의정서는 오존층 파괴물질을 중심으로 규제한다.

**암기 포인트**

PCB는 스톡홀름 협약의 대표 POPs이고, 사염화탄소는 몬트리올 의정서의 오존층 파괴물질이다.

NoteBase

22. 오염물질과 흡착제(토양) 간 친화력이 큰 경우 나타나는 흡착의 형태로 가장 적절한 것은?

① C형 흡착 ② S형 흡착

③ L형 흡착 ④ D형 흡착

**정답 2번**

**출제 포인트**

오염물질과 토양 흡착제 사이의 친화력에 따라 달라지는 흡착 형태를 구별하는 문제이다. 공식 채점 답은 ②이지만, 표준적인 흡착등온선 분류에서는 흡착제와 오염물질의 친화력이 큰 경우를 L형으로 본다.

**핵심 개념**

L형 흡착은 흡착제와 오염물질의 친화력이 커서 낮은 농도에서도 흡착이 잘 일어나지만, 흡착 자리가 차면서 곡선의 기울기가 감소하는 형태이다. S형 흡착은 초기에는 흡착제와 오염물질의 친화력이 작지만, 흡착된 오염물질 사이의 협동 작용으로 흡착이 점차 촉진되는 형태이다. C형은 농도에 비례하는 선형 흡착이다.

**선지별 해설**

① X — C형 흡착은 용액 농도와 흡착량이 거의 비례하여 분배 비율이 일정한 형태이므로, 큰 친화력을 나타내는 대표 형태가 아니다.

② O — 공식 채점 답이다. 다만 S형은 초기의 흡착제-오염물질 친화력이 작은 상태에서 흡착된 오염물질 사이의 협동 작용으로 흡착이 촉진되는 형태이므로, 발문의 조건과 표준 분류상 일치하지 않는다.

③ X — 공식 채점에서는 오답이다. 그러나 L형은 흡착제와 오염물질의 친화력이 커서 낮은 농도에서도 흡착이 잘 일어나고, 흡착 자리가 채워질수록 곡선의 기울기가 감소하는 형태이므로 발문의 조건에는 표준 분류상 ③이 부합한다.

④ X — D형은 일반적인 토양 흡착등온선의 대표 분류가 아니며, 큰 친화력을 나타내는 표준 형태는 L형이다.

**오답 포인트**

S형의 S자 곡선을 친화력이 큰 경우로 오해하기 쉽다. S형은 초기 친화력이 작고 협동적 흡착이 나타나는 형태이며, 흡착제와 오염물질 사이의 친화력이 큰 경우는 표준 분류상 L형이다. 따라서 공식 채점 답 ②와 표준 개념상 판단 ③이 충돌하므로 정답 수동 확인이 필요하다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

농도에 비례하여 직선이면 C형, 초기 친화력이 작다가 협동 작용으로 흡착이 촉진되면 S형, 흡착제와 오염물질의 친화력이 크고 흡착 자리 포화로 증가율이 둔화되면 L형으로 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

C는 일정한 분배, S는 낮은 초기 친화력과 협동적 흡착, L은 큰 흡착제-오염물질 친화력과 자리 포화이다.

NoteBase

23. 베이킹소다($NaHCO_3$)가 위에서 분비되는 염산($HCl$)을 중화시키는 반응에서 물($H_2O$)과 이산화탄소($CO_2$)와 염($NaCl$)이 생성된다. 이때 발생하는 위산을 제거하는 베이킹소다 8.4 g이 위산을 제거하며 발생하는 이산화탄소의 양을 계산한 것으로 가장 적절한 것은?

① 2.2 g ② 4.4 g
③ 6.6 g ④ 8.8 g

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 중화 반응식의 몰비와 몰질량을 이용하여 베이킹소다의 질량으로부터 발생하는 이산화탄소의 질량을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 베이킹소다 $NaHCO_3$ 8.4 g
구해야 할 값: 발생하는 이산화탄소 $CO_2$의 질량
몰질량: $NaHCO_3 = 84 g/mol$, $CO_2 = 44 g/mol$
주의할 조건: 반응식에서 $NaHCO_3$와 $CO_2$의 몰비는 1:1이다.

**사용할 공식**

반응식은 다음과 같다.

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$$

물질량과 질량의 관계는 다음과 같다.

$$n = \frac{m}{M}, \qquad m = nM$$

반응식의 계수에 따라 $NaHCO_3$ 1 mol이 반응하면 $CO_2$ 1 mol이 생성되므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

**계산 과정**

1. 베이킹소다의 물질량을 구한다.

$n(NaHCO_3) = \frac{8.4g}{84g/mol} = 0.1mol$

2. 반응 몰비가 1:1이므로 생성되는 이산화탄소는 $0.1mol$이다.

3. 이산화탄소의 질량을 구한다.

$m(CO_2) = 0.1mol \times 44g/mol = 4.4g$

**선지 판단**

① X — 2.2 g은 계산 결과인 4.4 g과 일치하지 않는다. 올바르게는 이산화탄소 4.4 g이 발생한다.
② O — $NaHCO_3$ 8.4 g은 0.1 mol이고, 1:1 몰비로 생성되는 $CO_2$ 0.1 mol의 질량은 4.4 g이다.
③ X — 6.6 g은 계산 결과인 4.4 g과 일치하지 않는다. 올바르게는 이산화탄소 4.4 g이 발생한다.
④ X — 8.8 g은 계산 결과의 두 배로서 반응 몰비를 잘못 적용한 값이다. 올바르게는 이산화탄소 4.4 g이 발생한다.
따라서 계산 결과가 4.4 g이므로 정답은 2번이다.

**오답 포인트**

베이킹소다의 질량 8.4 g을 이산화탄소의 질량으로 그대로 보거나, 1:1이라는 몰비를 질량비 1:1로 착각하면 안 된다. 몰비를 적용하기 전에 베이킹소다의 질량을 몰수로 바꾸고, 마지막에 이산화탄소의 몰질량을 곱해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

화학 반응의 질량 계산은 반응식 완성 → 주어진 물질의 질량을 몰수로 변환 → 계수의 몰비 적용 → 구하려는 물질의 몰수를 질량으로 변환하는 순서로 판단한다.

**암기 포인트**

$NaHCO_3$ 84 g에서 $CO_2$ 44 g이 생성되므로, 베이킹소다 질량에 44/84를 곱하면 발생하는 이산화탄소의 질량이 된다.

NoteBase

24. 식물에 영향을 미치는 잔류성이 큰(분해성이 느린) 농약의 순서로 가장 적절한 것은?
① 합성피레스틴계 > 유기염소계 > 카바메이트계 > 유기인계
② 유기인계 > 카바메이트계 > 유기염소계 > 합성피레스틴계
③ 유기염소계 > 카바메이트계 > 유기인계 > 합성피레스틴계
④ 카바메이트계 > 유기인계 > 합성피레스틴계 > 유기염소계

**정답 3번**

**출제 포인트**

농약 계통별 잔류성, 즉 식물체에서 분해되지 않고 남아 있는 정도의 일반적인 대소 관계를 묻는 문제이다.

**핵심 개념**

잔류성이 크다는 것은 분해 속도가 느려 식물체에 오래 남는다는 뜻이다. 이 문항의 계통별 일반적인 잔류성은 유기염소계 > 카바메이트계 > 유기인계 > 합성피레스틴계 순이다. 유기염소계는 화학적으로 안정하여 가장 오래 잔류하고, 카바메이트계와 유기인계는 그보다 분해가 빠르며, 합성피레스틴계는 빛 등에 의해 비교적 쉽게 분해되어 잔류성이 가장 작다.

**선지별 해설**

① X — 합성피레스틴계를 잔류성이 가장 큰 계통으로 둔 부분이 틀리다. 합성피레스틴계는 네 계통 중 잔류성이 가장 작으며, 올바른 순서는 유기염소계 > 카바메이트계 > 유기인계 > 합성피레스틴계이다.
② X — 유기인계를 가장 앞에 두고 유기염소계를 카바메이트계보다 뒤에 둔 부분이 틀리다. 유기염소계의 잔류성이 가장 크고 유기인계는 카바메이트계보다 작으므로, 올바른 순서는 유기염소계 > 카바메이트계 > 유기인계 > 합성피레스틴계이다.
③ O — 유기염소계에서 합성피레스틴계로 갈수록 잔류성이 작아지는 올바른 순서이다.
④ X — 유기염소계를 잔류성이 가장 작은 계통으로 둔 부분이 틀리다. 유기염소계는 가장 앞에 와야 하며, 올바른 순서는 유기염소계 > 카바메이트계 > 유기인계 > 합성피레스틴계이다.

**오답 포인트**

‘독성이 강한가’와 ‘오래 잔류하는가’를 같은 기준으로 판단하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 급성 독성이 아니라 분해 속도를 비교하며, 특히 ①과 ④처럼 합성피레스틴계와 유기염소계의 위치를 뒤집은 배열이 핵심 함정이다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 '잔류성이 큼 = 분해가 느림'을 확인한 뒤, 양 끝을 유기염소계와 합성피레스틴계로 잡는다. 그 사이를 카바메이트계, 유기인계 순으로 배열하면 된다.

**암기 포인트**

잔류성 큰 순서: 유기염소 > 카바메이트 > 유기인 > 합성피레스틴.

25. 15 g의 탄화수소가 1.00 atm, 0 °C에서 12.2 L의 용기에 담겨있다. 탄화수소의 질량비가 80 % 탄소와 20 % 수소일 때 탄화수소의 분자식으로 가장 적절한 것은?

① $CH_4$ ② $C_2H_6$

③ $C_3H_8$ ④ $C_4H_{10}$

**정답 2번**

**출제 포인트**

탄소와 수소의 질량비로 실험식을 구하고, 기체의 상태 조건에서 얻은 몰질량으로 분자식의 배수를 정하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 탄화수소의 질량은 $15g$, 압력은 $1.00atm$, 온도는 $0^\circ C$, 부피는 $12.2L$이다.

질량 조성: 탄소 80%, 수소 20%이므로 탄소는 $12g$, 수소는 $3g$이다.

구해야 할 값: 탄화수소의 분자식이다.

**사용할 공식**

실험식은 각 원소의 질량을 원자량으로 나눈 몰수의 가장 간단한 정수비로 구한다.

$n_C : n_H = \frac{12}{12} : \frac{3}{1} = 1 : 3$

또한 $0^\circ C$, $1atm$에서 기체 1몰의 부피를 약 $22.4L$로 두면 몰질량은 다음과 같다.

$M = \frac{m}{n}, \qquad n = \frac{V}{22.4L/mol}$

질량비는 실험식을, 몰질량은 실험식의 정수 배수를 정해 주므로 두 계산을 함께 사용한다.

**계산 과정**

1. 탄소와 수소의 몰수비는 1 : 3이므로 실험식은 $CH_3$이고 실험식량은 15이다.

2. 기체의 몰수와 몰질량을 계산한다.

$n = \frac{12.2}{22.4} \approx 0.545mol$

$M = \frac{15g}{0.545mol} \approx 27.5g/mol$

3. 분자식의 배수는 27.5/15 ≈ 1.83이므로 가장 가까운 정수 2를 적용한다.

$(CH_3)_2 = C_2H_6$

또한 $C_2H_6$의 탄소 질량분율은 24/30 = 0.80으로 제시된 80%와 정확히 일치한다.

NoteBase

**선지 판단**

① X — $CH_4$의 탄소 질량분율은 12/16 = 75%이므로 80%가 아니다. 올바르게는 주어진 질량비에 맞는 분자식이 $C_2H_6$이다.
② O — $C_2H_6$은 실험식 $CH_3$의 2배이며, 탄소 질량분율도 24/30 = 80%이다. 기체 조건에서 구한 몰질량 약 $27.5 g/mol$과도 보기 중 가장 가깝다.
③ X — $C_3H_8$의 탄소 질량분율은 36/44 ≈ 81.8%이고 실험식도 $CH_3$이 아니다. 올바르게는 탄소와 수소의 원자수비가 1 : 3의 정수배인 $C_2H_6$이다.
④ X — $C_4H_{10}$의 탄소 질량분율은 48/58 ≈ 82.8%이고 실험식은 $C_2H_5$이다. 올바르게는 탄소 질량분율이 80%이고 실험식이 $CH_3$인 $C_2H_6$이다.
따라서 가장 적절한 분자식은 ② $C_2H_6$이다.

**오답 포인트**

기체 부피만으로 구한 몰질량 약 $27.5 g/mol$을 보기의 분자량과 기계적으로 일치시키려 하면 혼동하기 쉽다. 먼저 80:20의 질량비를 몰수비로 바꾸어 실험식 $CH_3$을 확정한 뒤, 몰질량은 정수 배수를 정하는 데 사용해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

질량 백분율을 가상의 전체 질량 $100 g$ 또는 실제 질량으로 환산한 뒤 각 원소의 몰수비에서 실험식을 구한다. 이어 기체 상태식이나 몰부피로 몰질량을 구하고, 분자량/실험식량의 정수 배수를 적용해 분자식을 결정한다. 마지막으로 각 원소의 질량분율을 다시 계산해 검산한다.

**암기 포인트**

질량비 → 몰수비 → 실험식, 몰질량 ÷ 실험식량 → 분자식의 배수이다.

NoteBase