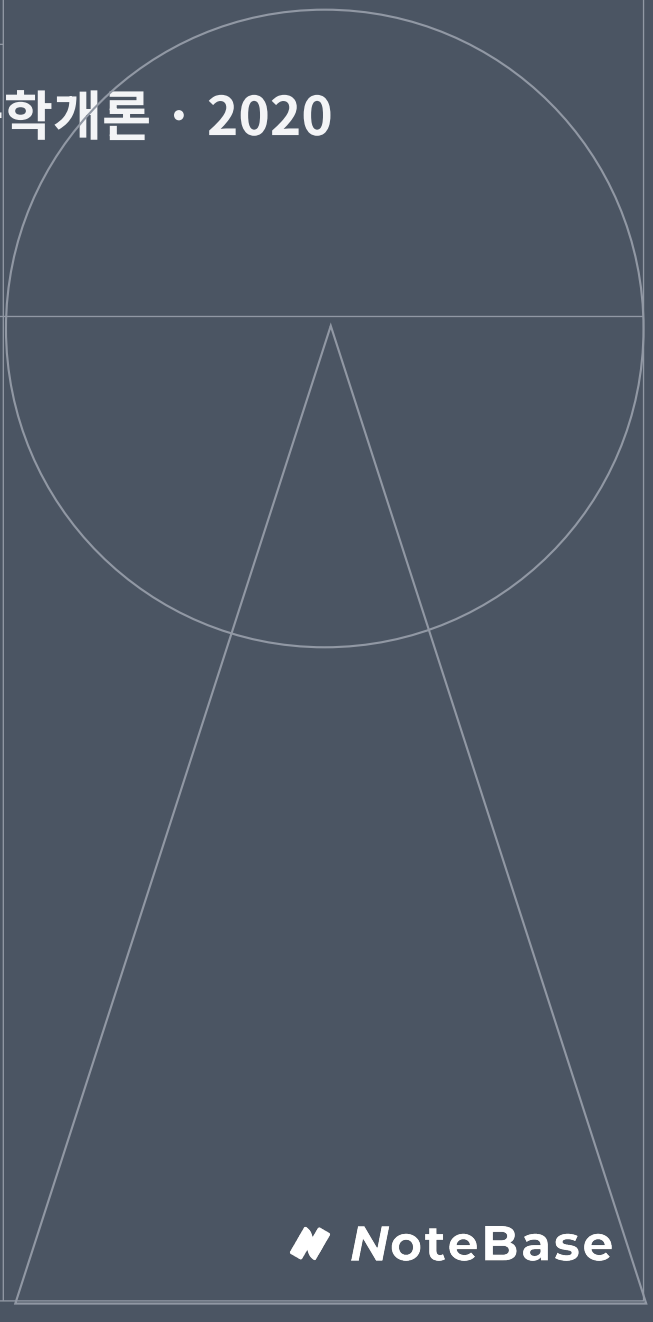
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 환경공학개론 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 환경공학개론 · 2020

공무원/지방직/9급 · 환경공학개론 · 2020

문 1. 토양오염 처리기술 중 토양증기 추출법(Soil Vapor Extraction)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 오염 지역 밖에서 처리하는 현장외(ex-situ) 기술이다.

② 대기오염을 방지하려면 추출된 기체의 후처리가 필요하다.

③ 오염물질에 대한 생물학적 처리 효율을 높여줄 수 있다.

④ 추출정 및 공기 주입정이 필요하다.

정답 1번

간단한 해설

①의 '현장외(ex-situ)'가 잘못된 표현이다. 토양증기 추출법은 **토양을 굴착하지 않고** 지중의 휘발성 오염물질을 기체로 뽑아내는 **현장내(in-situ) 처리기술**이다.

선지별 해설

① X: 토양증기 추출법은 지하수면 위 불포화대에 진공을 걸어 공기 흐름을 만들고, 휘발성 오염물질을 증기 상태로 추출하는 방법이다. 오염 토양을 파내어 다른 곳으로 옮기지 않으므로 **현장내(in-situ) 처리기술**로 분류한다. 추출 기체를 지상에서 후처리하더라도 토양 자체를 옮긴 것은 아니므로 현장외 기술이 되지 않는다.

② O: 추출된 기체에는 토양에서 분리된 오염물질이 들어 있다. 이를 그대로 배출하면 오염물질이 토양에서 대기로 이동하므로, **활성탄 흡착이나 산화처리 등의 후처리**로 제거한 뒤 배출해야 한다.

③ O: 공기가 토양을 통과하면서 산소를 공급하므로, 오염물질을 분해하는 **호기성 미생물의 활동을 촉진**할 수 있다. 따라서 생물학적으로 분해 가능한 오염물질은 처리 효율이 높아질 수 있다. 다만 토양증기 추출법의 주된 제거 원리는 미생물 분해가 아니라 휘발과 기체 추출이다.

④ O: 추출정은 진공을 가하여 오염 증기를 회수하고, 공기 주입정은 토양에 공기를 공급하여 **오염 구역을 통과하는 공기 흐름**을 높인다. 선지는 이러한 주입·추출 설비 구성을 설명한다. 다만 공기 공급은 공기 유입구나 지표를 통한 자연 유입으로도 가능하므로, 모든 현장에서 별도의 능동적 공기 주입정이 반드시 필요한 것은 아니다.

NoteBase

문 2. 염소의 주입으로 발생되는 결합잔류염소와 유리염소의 살균력 크기를 순서대로 바르게 나열한 것은?

① $HOCl > OCl^- > NH_2Cl$

② $NH_2Cl > HOCl > OCl^-$

③ $OCl^- > NH_2Cl > HOCl$

④ $HOCl > NH_2Cl > OCl^-$

정답 1번

간단한 해설

유리염소 중에서는 **비해리형 차아염소산**이 차아염소산 이온보다 미생물 세포에 침투하기 쉬워 살균력이 크다. 암모니아와 결합한 **모노클로라민**은 유리염소보다 살균 작용이 느리고 약하다.

올바른 순서

$HOCl > OCl^- > NH_2Cl$

$HOCl$, 차아염소산: 물속의 유리염소를 구성하는 비해리형 분자이다. **전하를 띠지 않아** 미생물의 세포막을 통과하기 쉽고, 세포 내 효소와 단백질 등에 작용하여 세 물질 중 살균력이 가장 크다.

OCl^-, 차아염소산 이온: 차아염소산이 해리하여 생기는 음이온이며, 이 역시 유리염소에 해당한다. **음전하를 띠는 이온**이어서 비해리형 차아염소산보다 세포막을 통과하기 어려우므로 살균력이 작다.

NH_2Cl, 모노클로라민: 차아염소산이 암모니아와 반응하여 만들어지는 결합잔류염소이다. 일반적인 수처리에서 유리염소보다 반응성이 낮아 살균 작용이 느리므로 차아염소산 이온보다 뒤에 놓인다. 물속에 오래 남는 성질이 있지만, **잔류성이 크다고 살균력도 큰 것은 아니다**.

NoteBase

문 3. 「신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법」상 재생에너지에 해당하지 않는 것은?

① 지열에너지

② 수력

③ 풍력

④ 연료전지

정답 4번

①

재생 가능한 지열을 변환하여 이용하는 **지열에너지는 법정 재생에너지에 포함된다**.

재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 제2조 제2호 마목
재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2013.3.23, 2013.7.30, 2014.1.21, 2019.1.15, 2025.10.1, 2026.3.17>
2. "재생에너지"란 햇빛 · 물 · 지열(地熱) · 강수(降水) · 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.
마. 지열에너지

②

물의 에너지를 이용하는 **수력은 법정 재생에너지에 포함된다**.

재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 제2조 제2호 다목
재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2013.3.23, 2013.7.30, 2014.1.21, 2019.1.15, 2025.10.1, 2026.3.17>
2. "재생에너지"란 햇빛 · 물 · 지열(地熱) · 강수(降水) · 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.
다. 수력

NoteBase

③

바람의 에너지를 이용하는 **풍력은 법정 재생에너지에 포함된다**.

재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 제2조 제2호 나목
재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2013.3.23, 2013.7.30, 2014.1.21, 2019.1.15, 2025.10.1, 2026.3.17>
2. "재생에너지"란 햇빛 · 물 · 지열(地熱) · 강수(降水) · 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.
나. 풍력

④

연료전지는 법정 재생에너지의 범위에 포함되지 않는다. 법률의 열거 외에 시행령으로 추가한 재생에너지도 수열에너지와 공기열에너지이다.

재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 제2조 제2호
재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2013.3.23, 2013.7.30, 2014.1.21, 2019.1.15, 2025.10.1, 2026.3.17>
2. "재생에너지"란 햇빛 · 물 · 지열(地熱) · 강수(降水) · 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.
가. 태양에너지
나. 풍력
다. 수력
라. 해양에너지
마. 지열에너지
바. 생물자원을 변환시켜 이용하는 바이오에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지
사. 폐기물에너지(비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외한다)로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지
아. 그 밖에 석유 · 석탄 · 원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지

재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 시행령 제2조 제4항
재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 시행령 제2조(생물자원을 변환시켜 이용하는 바이오에너지 등의 기준 및 범위)
④ 법 제2조제2호아목에서 "대통령령으로 정하는 에너지"란 별표 1 제5호 및 제6호에 따른 수열에너지 및 공기열에너지를 말한다. <개정 2026.3.10>

NoteBase

문 4. 지하수 흐름 관련 Darcy 법칙에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 다공성 매질을 통해 흐르는 유체와 관련된 법칙이다.

② 콜로이드성 진흙과 같은 미세한 물질에서의 지하수 이동을 잘 설명한다.

③ 유량과 수리적 구배 사이에 선형성이 있다고 가정한다.

④ 매질이 다공질이며 유체의 흐름이 난류인 경우에는 적용되지 않는다.

정답 2번

간단한 해설

콜로이드성 진흙처럼 입자가 매우 미세한 매질에서는 입자 표면과 물의 상호작용 때문에 **유량과 수리적 구배의 선형 관계가 성립하지 않을 수 있다**. 따라서 이러한 매질의 지하수 이동을 Darcy 법칙이 잘 설명한다고 일반화할 수 없다.

선지별 해설

① O: Darcy 법칙은 **다공성 매질의 공극을 통과하는 유체 흐름**을 설명한다. 지하수는 토양이나 암석의 서로 연결된 공극을 따라 수두가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하며, Darcy 법칙은 이러한 흐름의 유량과 수리적 구배의 관계를 나타낸다.

② X: 콜로이드성 진흙처럼 입자가 매우 미세한 매질에서는 공극이 작고 입자 표면과 물의 상호작용이 중요해진다. 특히 수리적 구배가 작을 때에는 유량이 구배에 단순 비례하지 않는 **비선형 흐름이 나타날 수 있다**. 따라서 '지하수 이동을 잘 설명한다'는 표현은 부적절하며, 이러한 매질에서는 Darcy 법칙의 적용에 한계가 있다고 고쳐야 한다. 모든 점토에서 반드시 성립하지 않는다는 뜻은 아니다.

③ O: Darcy 법칙에서 유량의 크기는 $Q = KAi$로 나타낸다. 여기서 Q는 유량, K는 수리전도도, A는 흐름에 수직인 전체 단면적, i는 수리적 구배이다. 수리적 구배는 흐름 거리당 수두차를 뜻한다. **K와 A가 일정하면 유량은 수리적 구배에 비례**하므로, 구배가 두 배가 되면 유량도 두 배가 되는 선형 관계를 가정한다.

④ O: Darcy 법칙은 기본적으로 점성력의 영향이 지배적인 층류 범위에 적용된다. 난류에서는 유체의 불규칙한 운동과 관성의 영향 때문에 유량과 수리적 구배 사이의 단순한 선형 관계가 유지되지 않는다. 따라서 **다공성 매질이라는 조건만으로 난류에도 적용할 수는 없다**.

NoteBase

문 5. '먹는물 수질기준'에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① '먹는물'이란 먹는 데에 일반적으로 사용하는 자연 상태의 물, 자연 상태의 물을 먹기에 적합하도록 처리한 수돗물, 먹는샘물, 먹는염지하수, 먹는해양심층수 등을 말한다.

② 먹는샘물 및 먹는염지하수에서 중온일반세균은 100 CFU mL^{-1}을 넘지 않아야 한다.

③ 대장균·분원성 대장균군에 관한 기준은 먹는샘물, 먹는염지하수에는 적용하지 아니한다.

④ 소독제 및 소독부산물질에 관한 기준은 먹는샘물, 먹는염지하수, 먹는해양심층수 및 먹는물공동시설의 물의 경우에는 적용하지 아니한다.

정답 2번

간단한 해설

먹는샘물과 먹는염지하수의 중온일반세균 기준은 **20 CFU/mL 이하**이다. ②의 100 CFU/mL는 이들 물의 **저온일반세균** 기준에 해당한다.

선지별 해설

① O: '먹는물관리법' 제3조제1호의 정의에 부합한다. 먹는물에는 먹는 데 일반적으로 사용하는 **자연 상태의 물과 먹기에 적합하도록 처리한 물**이 포함되며, 수돗물·먹는샘물·먹는염지하수·먹는해양심층수 등이 이에 해당한다.

② X: '먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙' 별표 1 제1호가목에 따르면, 먹는샘물과 먹는염지하수는 병에 넣은 후 4°C를 유지한 상태에서 12시간 이내에 검사하여 **중온일반세균이 20 CFU/mL를 넘지 않아야 한다**. 같은 조건에서 저온일반세균의 상한은 100 CFU/mL이다. 선지는 저온일반세균의 기준치를 중온일반세균에 잘못 적용했다. CFU는 집락형성단위이며, CFU/mL는 물 1mL당 집락형성단위 수를 나타낸다.

③ O: 같은 별표 제1호다목은 대장균·분원성 대장균군이 100mL에서 검출되지 않아야 한다고 정하면서, 먹는샘물과 먹는염지하수 등을 적용 대상에서 제외한다. 다만 **총 대장균군 기준까지 제외되는 것은 아니다**. 별도로 제1호나목에 따라 먹는샘물과 먹는염지하수에서는 총 대장균군이 250mL에서 검출되지 않아야 한다.

④ O: 같은 별표 제4호는 먹는샘물·먹는염지하수·먹는해양심층수 및 먹는물공동시설의 물을 **소독제 및 소독부산물질 기준의 적용 대상에서 제외**한다. 따라서 이들 물에는 해당 항목의 잔류염소·총트리할로메탄 등에 관한 기준을 적용하지 않는다. 이는 해당 항목의 적용 제외이며, 다른 수질기준까지 모두 면제한다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 6. 25 °C에서 하천수의 pH가 9.0일 때, 이 시료에서 $[HCO_3^-]/[H_2CO_3]$의 값은? (단, $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$이고, 해리상수 $K = 10^{-6.7}$이다)

① $10^{1.7}$

② $10^{-1.7}$

③ $10^{2.3}$

④ $10^{-2.3}$

정답 3번

간단한 해설

해리평형에서 중탄산 이온과 탄산의 농도비는 **해리상수를 수소 이온 농도로 나눈 값**이다. pH 9.0을 적용하면 이 농도비는 $10^{2.3}$이다.

계산 과정

수소 이온 농도: 대괄호는 각 물질의 몰농도를 나타낸다. $pH = -\log_{10}[H^+]$이므로, pH가 9.0인 시료의 수소 이온 농도는 $[H^+] = 10^{-9.0}$mol/L이다.

해리평형과 농도비: 주어진 탄산의 해리반응에서 $K = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$이다. 구하려는 것은 **중탄산 이온 농도를 탄산 농도로 나눈 비**이므로, 이 식을 정리하면 $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = \frac{K}{[H^+]}$가 된다.

값 대입: 25 °C에서 주어진 $K = 10^{-6.7}$과 수소 이온 농도를 대입하면 $\frac{10^{-6.7}}{10^{-9.0}} = 10^{-6.7-(-9.0)} = 10^{2.3}$이다. 이 값은 중탄산 이온의 농도가 탄산 농도의 $10^{2.3}$배라는 뜻이다. 같은 단위의 농도끼리 나눈 비이므로 단위가 없으며, 선택지 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 7. 고도 하수 처리 공정에서 질산화 및 탈질산화 과정에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 질산화 과정에서 질산염이 질소(N_2)로 전환된다.

② 탈질산화 과정에서 아질산염이 질산염으로 전환된다.

③ 탈질산화 과정에 Nitrobacter 속 세균이 관여한다.

④ 질산화 과정에서 암모늄이 아질산염으로 전환된다.

정답 4번

간단한 해설

질산화는 **암모늄을 아질산염으로 산화**한 뒤, 아질산염을 질산염으로 산화하는 과정이다. 질산염을 질소 기체로 환원하는 과정은 탈질산화이다.

선지별 해설

① X: 질산염이 질소 기체로 전환되는 것은 **탈질산화**이다. 하수 처리의 탈질산화는 무산소 조건에서 질산염이나 아질산염을 환원하여 질소 기체로 제거하는 과정이다. 질산화는 암모늄을 아질산염과 질산염으로 산화하는 과정이다.

② X: 아질산염이 질산염으로 전환되는 것은 **질산화의 두 번째 산화 단계**이다. 탈질산화에서는 반대로 질산염이 아질산염을 거쳐 최종적으로 질소 기체로 환원된다.

③ X: Nitrobacter 속 세균은 **아질산염을 질산염으로 산화**하는 질산화 세균이다. 고도 하수 처리에서 이 세균의 대표적인 역할은 탈질산화가 아니라 질산화의 두 번째 단계이다.

④ O: 암모늄이 아질산염으로 전환되는 것은 **질산화의 첫 번째 단계**이다. 산소가 있는 호기성 조건에서 Nitrosomonas와 같은 암모니아 산화 세균이 이 산화를 수행한다. 생성된 아질산염은 이어서 아질산염 산화 세균에 의해 질산염으로 전환된다.

NoteBase

문 8. 연소공정에서 발생하는 질소산화물(NO_x)을 감소시킬 수 있는 방법으로 적절하지 않은 것은?

① 연소 온도를 높인다.

② 화염구역에서 가스 체류시간을 줄인다.

③ 화염구역에서 산소 농도를 줄인다.

④ 배기가스의 일부를 재순환시켜 연소한다.

정답 1번

간단한 해설

연소 온도를 높이면 공기 중 질소와 산소의 반응이 촉진되어 **열적 질소산화물의 생성이 증가**한다. 이를 줄이려면 연소 온도를 높이는 것이 아니라 **최고 화염 온도를 낮추어야** 한다.

선지별 해설

열적 질소산화물은 공기 중 질소가 고온에서 산소와 반응하여 생성되는 질소산화물이다. 생성량을 줄이려면 화염 온도, 고온에서의 체류시간, 산소 농도를 조절해야 한다.

① X: 연소 온도를 높이면 공기 중 질소와 산소의 반응이 빨라져 열적 질소산화물의 생성이 증가한다. 따라서 저감 방법으로는 '연소 온도를 높인다'를 **'최고 화염 온도를 낮춘다'**로 고쳐야 한다.

② O: 화염구역에서 가스가 높은 온도에 머무는 시간이 길수록 질소와 산소가 반응할 시간이 늘어난다. 따라서 **고온 영역의 체류시간을 줄이면** 열적 질소산화물의 생성량을 줄일 수 있다.

③ O: 화염구역의 산소 농도가 낮아지면 질소가 산화되는 반응이 억제되어 질소산화물의 생성이 감소한다. 이는 연소에 필요한 산소를 없앤다는 뜻이 아니라, 안정적인 연소를 유지하면서 **과잉 산소를 줄이는** 방식이다.

④ O: 배기가스의 일부를 연소구역으로 되돌리면 재순환된 가스가 열을 흡수하여 **최고 화염 온도를 낮춘다**. 또한 연소구역의 산소를 희석하므로 열적 질소산화물의 생성을 억제한다.

NoteBase

문 9. 수도법령상 일반수도사업자가 준수해야 할 정수처리기준에 따라, 제거하거나 불활성화하도록 요구되는 병원성 미생물에 포함되지 않는 것은?

① 바이러스
② 크립토스포리디움 난포낭
③ 살모넬라
④ 지아디아 포낭

정답 3번

①

바이러스는 정수처리기준의 대상이며, 취수지점부터 정수장의 정수지 유출지점까지 **99.99% 이상 제거하거나 불활성화**해야 한다.

수도법 시행규칙 제18조의2 제1항 제1호
수도법 시행규칙 제18조의2(정수처리기준 등)
① 법 제28조제1항 본문에 따라 일반수도사업자가 지켜야 하는 정수처리기준은 다음 각 호와 같다. <개정 2014.7.1, 2019.6.25>
1. 취수지점부터 정수장의 정수지 유출지점까지의 구간에서 바이러스를 1만분의 9천999 이상 제거하거나 불활성화할 것

②

크립토스포리디움 난포낭은 정수처리기준의 대상이며, 취수지점부터 정수장의 정수지 유출지점까지 **99% 이상 제거**해야 한다.

수도법 시행규칙 제18조의2 제1항 제3호
수도법 시행규칙 제18조의2(정수처리기준 등)
① 법 제28조제1항 본문에 따라 일반수도사업자가 지켜야 하는 정수처리기준은 다음 각 호와 같다. <개정 2014.7.1, 2019.6.25>
3. 취수지점부터 정수장의 정수지 유출지점까지의 구간에서 크립토스포리디움 난포낭(卵胞囊)을 1백분의 99 이상 제거할 것

NoteBase

③

정수처리기준에서 제거하거나 불활성화하도록 열거한 병원성 미생물은 바이러스, 지아디아 포낭, 크립토스포리디움 난포낭이다. **살모넬라는 이 열거 대상에 포함되지 않는다.**

수도법 시행규칙 제18조의2 제1항
수도법 시행규칙 제18조의2(정수처리기준 등)
① 법 제28조제1항 본문에 따라 일반수도사업자가 지켜야 하는 정수처리기준은 다음 각 호와 같다. <개정 2014.7.1, 2019.6.25>
1. 취수지점부터 정수장의 정수지 유출지점까지의 구간에서 바이러스를 1만분의 9천999 이상 제거하거나 불활성화할 것
2. 취수지점부터 정수장의 정수지 유출지점까지의 구간에서 지아디아 포낭(包囊)을 1천분의 999 이상 제거하거나 불활성화할 것
3. 취수지점부터 정수장의 정수지 유출지점까지의 구간에서 크립토스포리디움 난포낭(卵胞囊)을 1백분의 99 이상 제거할 것

④

지아디아 포낭은 정수처리기준의 대상이며, 취수지점부터 정수장의 정수지 유출지점까지 **99.9% 이상 제거하거나 불활성화**해야 한다.

수도법 시행규칙 제18조의2 제1항 제2호
수도법 시행규칙 제18조의2(정수처리기준 등)
① 법 제28조제1항 본문에 따라 일반수도사업자가 지켜야 하는 정수처리기준은 다음 각 호와 같다. <개정 2014.7.1, 2019.6.25>
2. 취수지점부터 정수장의 정수지 유출지점까지의 구간에서 지아디아 포낭(包囊)을 1천분의 999 이상 제거하거나 불활성화할 것

NoteBase

문 10. 대기오염 방지장치인 전기집진장치(ESP)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 처리가스의 속도가 너무 빠르면 처리 효율이 저하될 수 있다.

② 작은 압력손실로도 많은 양의 가스를 처리할 수 있다.

③ 먼지의 비저항이 너무 낮거나 높으면 제거하기가 어려워진다.

④ 지속적인 운영이 가능하고, 최초 시설 투자비가 저렴하다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '최초 시설 투자비가 저렴하다'는 설명이 잘못되었다. 전기집진장치는 연속 운전이 가능하지만, 고전압 전원과 집진극 등 설비를 갖추어야 하므로 **초기 시설 투자비가 높은 편**이다.

선지별 해설

① O: 전기집진장치는 먼지에 전하를 부여한 뒤 전기력으로 집진극에 모으는 장치이다. 같은 장치에서 가스 속도가 너무 빨라지면 **장치 내부에 머무는 시간이 짧아져** 먼지가 집진극에 도달하기 전에 배출될 수 있다. 이미 포집된 먼지가 다시 가스에 섞이는 재비산도 증가할 수 있어 처리 효율이 낮아진다.

② O: 전기력으로 먼지를 가스 흐름에서 분리하므로 가스 전체를 여과재의 좁은 틈으로 통과시킬 필요가 없다. 가스 흐름에 대한 저항이 작아 **압력손실이 작고 대용량 가스 처리에 적합**하다.

③ O: 비저항은 물질에 전류가 흐르는 것을 방해하는 정도이다. 먼지의 비저항이 너무 낮으면 집진극에 붙은 먼지가 전하를 빠르게 잃어 재비산하기 쉽다. 반대로 너무 높으면 먼지층에 전하가 축적되고 **역전리 현상**이 발생하여 먼지의 대전과 포집을 방해한다. 따라서 비저항이 어느 한쪽으로 지나치게 치우치면 집진 효율이 낮아진다.

④ X: 전기집진장치는 포집한 먼지를 털어 내어 배출하면서 연속 운전할 수 있다. 그러나 고전압 전원장치와 방전극·집진극, 먼지 제거 설비 등을 설치해야 하므로 **초기 시설 투자비가 높은 편**이다. '최초 시설 투자비가 저렴하다'를 '최초 시설 투자비가 비싸다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 11. 연간 폐기물 발생량이 5,000,000톤인 지역에서 1일 작업시간이 평균 6시간, 1일 평균 수거인부가 5,000명이 소요되었다면 폐기물 수거 노동력(MHT) [man hr ton^{-1}]은? (단, 연간 200일 수거한다)

① 0.20

② 0.83

③ 1.20

④ 2.19

정답 3번

간단한 해설

MHT는 **총 노동시간을 폐기물 수거량으로 나눈 값**이다. 연간 수거일수 200일을 반영하면 폐기물 1톤당 1.20인·시간의 노동력이 필요하다.

계산 과정

MHT는 폐기물 1톤을 수거하는 데 투입되는 인원과 작업시간의 곱으로, MHT=총 노동시간폐기물 수거량으로 계산한다. 분자와 분모는 **같은 기간을 기준**으로 구해야 하므로, 주어진 연간 폐기물 발생량 5,000,000톤에 맞춰 노동시간도 연간 합계로 환산한다.

연간 총 노동시간: 하루 평균 수거인부 5,000명이 각각 6시간씩 연간 200일 작업하므로, $5{,}000 \times 6 \times 200 = 6{,}000{,}000$인·시간이다. 이는 모든 수거인부의 연간 작업시간을 합한 값이다.

톤당 수거 노동력: $\mathrm{MHT} = \frac{6{,}000{,}000}{5{,}000{,}000} = 1.20$이다. 단위는 $\mathrm{man \cdot hr \cdot ton^{-1}}$이며, 폐기물 1톤을 수거하는 데 평균 1.20인·시간이 필요하다는 뜻이다. 따라서 계산값은 ③의 1.20과 일치한다.

NoteBase

문 12. 악취방지법령상 지정악취물질은?

① H_2S

② CO

③ N_2

④ N_2O

정답 1번

①

황화수소는 지정악취물질에 포함된다.

악취방지법 시행규칙 별표 1 제3호
지정악취물질(제2조 관련)

종류: 3. 황화수소
적용시기: 2005년 2월 10일부터

②

일산화탄소(CO)는 지정악취물질에 포함되지 않는다.

악취방지법 시행규칙 별표 1

지정악취물질(제2조 관련)

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1RX9o5g_fcnpVVc2fO2vqPTH2IImYS5pZ.webp

NoteBase

③

질소는 지정악취물질에 포함되지 않는다.

악취방지법 시행규칙 별표 1

지정악취물질(제2조 관련)

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1RX9o5g_fcnpVVc2fO2vqPTH2IImYS5pZ.webp

④

아산화질소는 지정악취물질에 포함되지 않는다.

악취방지법 시행규칙 별표 1

지정악취물질(제2조 관련)

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1RX9o5g_fcnpVVc2fO2vqPTH2IImYS5pZ.webp

NoteBase

문 13. 소리의 굴절에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 굴절은 소리의 전달경로가 구부러지는 현상을 말한다.

② 굴절은 공기의 상하 온도 차이에 의해 발생한다.

③ 정상 대기에서 낮 시간대에는 음파가 위로 향한다.

④ 음파는 온도가 높은 쪽으로 굴절한다.

정답 4번

간단한 해설

음파는 온도가 높은 쪽이 아니라 **온도가 낮아 음속이 느린 쪽**으로 굴절한다. 공기 중에서는 온도가 높을수록 음속이 빨라지므로, 온도 차이가 있으면 음파의 진행 경로가 휘어진다.

선지별 해설

① O: 굴절은 매질 내 위치에 따라 소리의 전파 속도가 달라져 **전달 경로가 휘어지는 현상**이다. 공기의 온도가 높이에 따라 달라지면 음속도 달라져 이러한 굴절이 나타난다.

② O: 공기 중 음속은 **온도가 높을수록 빨라진다**. 따라서 상층과 하층의 온도가 다르면 음속 차이가 생겨 음파가 굴절한다.

③ O: 정상적인 낮 시간대에는 지표 부근 공기가 따뜻하고 위로 올라갈수록 온도가 낮아진다. 이에 따라 음속은 아래쪽에서 빠르고 위쪽에서 느리므로, 음파는 **온도가 낮은 위쪽**으로 휘어진다.

④ X: 음파는 **온도가 낮아 음속이 느린 쪽**으로 굴절한다. 같은 시간 동안 따뜻한 공기 쪽의 파면은 더 멀리 진행하고 차가운 공기 쪽의 파면은 덜 진행하므로, 파면의 방향이 바뀌어 음파의 진행 경로가 차가운 쪽으로 휜다. 따라서 '온도가 높은 쪽'은 '온도가 낮은 쪽'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 14. 활성슬러지 공정에서 발생할 수 있는 운전상의 문제점과 그 원인으로 옳지 않은 것은?

① 슬러지 부상 - 탈질화로 생성된 가스의 슬러지 부착

② 슬러지 팽윤(팽화) - 포기조 내의 낮은 DO

③ 슬러지 팽윤(팽화) - 유기물의 과도한 부하

④ 포기조 내 갈색거품 - 높은 F/M(먹이/미생물) 비

정답 4번

간단한 해설

포기조의 갈색 거품은 일반적으로 미생물량에 비해 먹이가 부족한 **낮은 F/M비**와 관련된다. 따라서 갈색 거품의 원인을 '높은 F/M비'로 연결한 것은 반대이다.

선지별 해설

① O: 최종침전지에서 탈질화가 일어나면 질산성 질소가 질소가스로 환원된다. 이때 생긴 **질소 기포가 슬러지에 부착**하거나 내부에 갇히면 부력이 생겨, 가라앉았던 슬러지가 수면으로 떠오를 수 있다. 이것이 탈질화에 의한 슬러지 부상이다.

② O: DO는 물속에 녹아 있는 산소인 용존산소를 뜻한다. 포기조의 DO가 유기물 부하에 비해 낮으면 일부 사상성 미생물이 우점하기 쉬워진다. 사상성 미생물이 과도하게 증식하면 슬러지 덩어리인 플록이 느슨해져 **침전과 압밀이 잘되지 않는 팽화**가 발생할 수 있다.

③ O: 유기물이 과도하게 유입되면 이를 분해하는 미생물의 산소 요구량이 증가한다. **산소 공급이 늘어난 요구량을 따라가지 못하면** DO가 낮아지고 사상성 미생물의 과도한 증식 등이 유발되어 슬러지 팽화로 이어질 수 있다. 따라서 유기물의 과도한 부하는 팽화의 원인이 될 수 있다.

④ X: F/M비는 유입 유기물 부하를 포기조 내 미생물량으로 나눈 지표이다. 갈색의 안정된 생물학적 거품은 일반적으로 미생물량에 비해 먹이가 부족한 **낮은 F/M비**와 관련된다. 먹이가 부족한 조건에서 거품 형성에 관여하는 미생물이 우점할 수 있기 때문이다. 선지의 '높은 F/M비'는 '낮은 F/M비'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 15. 미세먼지에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 미세먼지 발생원은 자연적인 것과 인위적인 것으로 구분된다.
ㄴ. 질소산화물이 대기 중의 수증기, 오존, 암모니아 등과 화학반응을 통해서도 미세먼지가 발생한다.
ㄷ. NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$는 2차적으로 발생한 유기 미세입자이다.
ㄹ. 환경정책기본법령상 대기환경기준에서 먼지에 관한 항목은 TSP, PM-10, PM-2.5이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄷ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄹ

정답 1번

ㄱ

미세먼지 발생원은 흙먼지·해염·꽃가루 등의 **자연적 발생원**과 화석연료 연소·자동차 배기가스·건설공사 등의 **인위적 발생원**으로 구분한다.

ㄴ

질소산화물은 대기 중에서 산화되어 질산을 형성하고, 암모니아와 반응하여 질산암모늄 입자를 생성한다. 이처럼 **가스상 물질의 대기 중 화학반응으로 생성되는 미세먼지**를 2차 미세먼지라 한다.

ㄷ

질산암모늄과 황산암모늄은 질산·황산이 암모니아와 반응하여 생성되는 **2차 무기 미세입자**이다. 유기 미세입자로 분류한 부분이 틀리다.

NoteBase

ㄹ

대기환경기준의 먼지 항목은 **미세먼지(PM-10)와 초미세먼지(PM-2.5)**이다. **총부유먼지(TSP)는 포함되지 않는다.**

환경정책기본법 시행령 별표 1 제1호
1. 대기

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/13Q6u7xlKRSsonLTleNr7tq13jcgXHvlg.webp

비고
1. 1시간 평균치는 999천분위수(千分位數)의 값이 그 기준을 초과해서는 안 되고, 8시간 및 24시간 평균치는 99백분위수의 값이 그 기준을 초과해서는 안 된다.
2. 미세먼지(PM-10)는 입자의 크기가 10㎛ 이하인 먼지를 말한다.
3. 초미세먼지(PM-2.5)는 입자의 크기가 2.5㎛ 이하인 먼지를 말한다.

NoteBase

문 16. 폐기물관리법령에서 정한 지정폐기물 중 오니류, 폐흡착제 및 폐흡수제에 함유된 유해물질이 아닌 것은?

① 유기인 화합물
② 니켈 또는 그 화합물
③ 테트라클로로에틸렌
④ 납 또는 그 화합물

정답 2번

①

유기인화합물은 오니류·폐흡착제 및 폐흡수제의 유해물질 항목에 포함된다. 폐기물공정시험기준에 따른 용출시험 결과 **용출액 1리터당 유기인화합물 1밀리그램 이상**을 함유한 경우가 해당한다.

폐기물관리법 시행규칙 별표 1 제1호아목
폐기물관리법 시행규칙 [별표 1] 지정폐기물에 함유된 유해물질(제2조제1항 관련)
아. 유기인화합물[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1리터당 1밀리그램 이상의 유기인화합물을 함유한 경우만 해당한다]

NoteBase

②

니켈 또는 그 화합물은 오니류·폐흡착제 및 폐흡수제에 함유된 유해물질의 열거 항목에 포함되지 않는다. 해당 항목에는 납·구리·비소·수은·카드뮴 또는 그 화합물, 6가크롬화합물, 시안화합물, 유기인화합물 등이 규정되어 있다.

폐기물관리법 시행규칙 별표 1 제1호
폐기물관리법 시행규칙 [별표 1] 지정폐기물에 함유된 유해물질(제2조제1항 관련)
1. 오니류·폐흡착제 및 폐흡수제에 함유된 유해물질 가. 납 또는 그 화합물[「환경분야 시험 · 검사 등에 관한 법률」 제6조제1항 제7호에 따라 기후에너지환경부장관이 고시한 폐기물 분야에 대한 환경오염공정시험기준(이하 "폐기물공정시험기준"이라 한다)에 따른 용출시험 결 과 용출액 1리터당 3밀리그램 이상의 납을 함유한 경우만 해당한다] 나. 구리 또는 그 화합물[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1 리터당 3밀리그램 이상의 구리를 함유한 경우만 해당한다] 다. 비소 또는 그 화합물[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1 리터당 1.5밀리그램 이상의 비소를 함유한 경우만 해당한다] 라. 수은 또는 그 화합물[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1 리터당 0.005밀리그램 이상의 수은을 함유한 경우만 해당한다] 마. 카드뮴 또는 그 화합물[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1리터당 0.3밀리그램 이상의 카드뮴을 함유한 경우만 해당한다] 바. 6가크롬화합물[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1리터당 1.5밀리그램 이상의 6가크롬을 함유한 경우만 해당한다] 사. 시안화합물[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1리터당 1 밀리그램 이상의 시안화합물을 함유한 경우만 해당한다] 아.
유기인화합물[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1리터당 1밀리그램 이상의 유기인화합물을 함유한 경우만 해당한다] 자. 테트라클로로에틸렌[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1 리터당 0.1밀리그램 이상의 테트라클로로에틸렌을 함유한 경우만 해당한다] 차.
트리클로로에틸렌[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1리 터당 0.3밀리그램 이상의 트리클로로에틸렌을 함유한 경우만 해당한다] 카. 기름성분(중량비를 기준으로 하여 유해물질을 5퍼센트 이상 함유한 경우 만 해당한다) 타. 그 밖에 기후에너지환경부장관이 정하여 고시하는 물질

③

테트라클로로에틸렌은 오니류·폐흡착제 및 폐흡수제의 유해물질 항목에 포함된다. 폐기물공정시험기준에 따른 용출시험 결과 **용출액 1리터당 테트라클로로에틸렌 0.1밀리그램 이상**을 함유한 경우가 해당한다.

폐기물관리법 시행규칙 별표 1 제1호자목
폐기물관리법 시행규칙 [별표 1] 지정폐기물에 함유된 유해물질(제2조제1항 관련)
자. 테트라클로로에틸렌[폐기물공정시험기준에 의한 용출시험 결과 용출액 1 리터당 0.1밀리그램 이상의 테트라클로로에틸렌을 함유한 경우만 해당한다]

NoteBase

④

납 또는 그 화합물은 오니류·폐흡착제 및 폐흡수제의 유해물질 항목에 포함된다. 폐기물공정시험기준에 따른 용출시험 결과 **용출액 1리터당 납 3밀리그램 이상**을 함유한 경우가 해당한다.

폐기물관리법 시행규칙 별표 1 제1호가목
폐기물관리법 시행규칙 [별표 1] 지정폐기물에 함유된 유해물질(제2조제1항 관련)
가. 납 또는 그 화합물[「환경분야 시험 · 검사 등에 관한 법률」 제6조제1항 제7호에 따라 기후에너지환경부장관이 고시한 폐기물 분야에 대한 환경오 염공정시험기준(이하 "폐기물공정시험기준"이라 한다)에 따른 용출시험 결 과 용출액 1리터당 3밀리그램 이상의 납을 함유한 경우만 해당한다]

NoteBase

문 17. 폐기물 매립처분 방법 중 위생 매립의 장점이 아닌 것은?

① 매립시설 설치를 위한 부지 확보가 가능하면 가장 경제적인 매립 방법이다.

② 위생 매립지는 복토 작업을 통해 매립지 투수율을 증가시켜 침출수 관리를 용이하게 한다.

③ 처분대상 폐기물의 증가에 따른 추가 인원 및 장비 소요가 크지 않다.

④ 안정화 과정을 거친 부지는 공원, 운동장, 골프장 등으로 이용될 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '투수율을 증가'시킨다는 설명이 잘못되었다. 복토는 **빗물의 침투를 억제**하여 침출수 발생량을 줄이고 관리를 돕는다.

선지별 해설

① O: **적절한 부지를 확보할 수 있다면** 위생 매립은 경제적인 폐기물 처분 방법이다. 소각처럼 복잡한 열처리 설비를 갖출 필요가 없어 초기 투자비가 상대적으로 작다. 다만 부지 확보 비용과 운반 거리는 경제성에 영향을 준다.

② X: 복토는 폐기물 위를 흙 등으로 덮는 작업이다. 침출수 관리 측면에서는 **투수성을 낮추어 빗물의 침투를 억제**하는 것이 중요하다. 빗물이 폐기물층으로 많이 스며들수록 침출수 발생량이 늘어나므로, '투수율을 증가시켜'는 '빗물의 침투를 억제하여 침출수 발생량을 줄여'로 고쳐야 한다.

③ O: 위생 매립은 폐기물을 펼치고 다진 뒤 복토하는 작업을 반복하므로 **처분량 변화에 유연하게 대응**할 수 있다. 기존 인원과 장비의 작업량을 조정하여 증가한 폐기물을 처리할 수 있어, 처리량 증가에 따른 추가 인원과 장비의 소요가 비교적 작다. 이는 기존 시설과 장비의 처리 여력이 있는 범위에서의 장점이다.

④ O: 매립이 끝난 부지는 폐기물 분해와 지반 침하 등의 **안정화 과정을 거친 뒤** 공원, 운동장, 골프장 등으로 활용할 수 있다. 이용 중에도 지반 침하, 매립가스 및 침출수에 대한 관리가 필요하다.

NoteBase

문 18. 열분해 공정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 산소가 없는 상태에서 열을 공급하여 유기물을 기체상, 액체상 및 고체상 물질로 분리하는 공정이다.

② 외부열원이 필요한 흡열반응이다.

③ 소각 공정에 비해 배기가스량이 적다.

④ 열분해 온도에 상관없이 일정한 분해산물을 얻을 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

열분해로 얻는 기체·액체·고체의 **생성 비율과 조성은 열분해 온도에 따라 달라진다**. 온도가 바뀌면 유기물의 분해 정도와 추가 분해반응이 달라지므로, 온도와 무관하게 일정한 산물이 나온다고 할 수 없다.

선지별 해설

① O: 열분해는 **산소가 없는 상태에서 열로 유기물을 분해**하는 공정이다. 유기물을 산소와 반응시켜 태우는 소각과 구별되며, 분해 후 기체, 냉각하면 액체가 되는 응축성 증기, 고체 잔류물인 차(char) 등을 얻는다.

② O: 열분해는 반응을 진행하는 데 필요한 열을 흡수하는 **흡열반응**이므로 반응부에 외부에서 열을 공급해야 한다. 생성된 가스나 고체 잔류물의 일부를 별도로 연소시켜 그 열을 공급할 수도 있다.

③ O: 소각은 연소를 위해 많은 공기를 공급하므로 공기 중 질소와 연소생성물이 함께 배출된다. 열분해는 반응부에 연소용 공기를 공급하지 않아 **공기 유입에 따른 가스량 증가가 작으므로**, 소각에 비해 배기가스량이 적다.

④ X: 열분해 산물은 온도와 무관하게 일정하지 않다. 온도가 달라지면 유기물의 분해 정도와 생성된 증기의 추가 분해 정도가 달라져 **기체·액체·고체의 생성 비율과 조성이 변한다**. 따라서 '열분해 온도에 상관없이 일정한 분해산물을 얻는다'는 '열분해 온도에 따라 분해산물의 생성 비율과 조성이 달라진다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 19. 소음 측정 시 청감보정회로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① A회로는 낮은 음압레벨에서 민감하며, 소리의 감각 특성을 잘 반영한다.

② B회로는 중간 음압레벨에서 민감하며, 거의 사용하지 않는다.

③ C회로는 낮은 음압레벨에서 민감하며, 환경소음 측정에 주로 이용한다.

④ D회로는 높은 음압레벨에서 민감하며, 항공기 소음의 평가에 활용한다.

정답 3번

간단한 해설

C회로는 **높은 음압레벨의 청감 특성**에 대응하는 보정회로이다. 일반적인 환경소음 측정에는 사람의 청감을 반영하는 **A회로**를 주로 사용한다.

선지별 해설

청감보정회로는 주파수마다 다른 사람의 청각 특성을 반영하도록 소음계의 주파수별 응답을 조정하는 회로이다. 낮음·중간·높음의 구분은 각 회로가 근사하도록 고안된 청감의 음압레벨을 뜻한다.

① O: A회로는 낮은 음압레벨에서 나타나는 사람의 청감 특성을 근사한다. 이때 귀는 저주파음에 상대적으로 덜 민감하므로, A회로는 **저주파 성분을 크게 감쇠**시켜 측정값에 반영한다. 사람의 소음 감각과 잘 대응하여 일반적인 환경소음 측정에 널리 이용된다.

② O: B회로는 **중간 음압레벨의 청감 특성**을 근사하도록 고안되었다. 저주파 성분의 감쇠 정도가 A회로보다 작고 C회로보다 크다. 실제 소음 평가에서는 A회로가 널리 사용되어 B회로는 거의 이용되지 않는다.

③ X: C회로는 낮은 음압레벨이 아니라 **높은 음압레벨의 청감 특성**에 대응한다. 높은 음압레벨에서는 청감의 주파수별 차이가 줄어들므로, C회로는 넓은 주파수 범위에서 비교적 평탄한 응답을 갖는다. 큰 소음이나 피크 음압레벨 등을 평가하는 데 이용되며, 일반적인 환경소음 측정에 주로 쓰이는 것은 A회로이다.

④ O: D회로는 **큰 항공기 소음의 평가**를 위해 고안된 보정회로이다. 항공기 소음에 포함된 고주파의 날카로운 소리가 주는 불쾌감을 반영하도록 해당 주파수 대역에 가중치를 부여한다.

NoteBase

문 20. 0 °C, 1기압에서 8 g의 메탄(CH_4)을 완전 연소시키기 위해 필요한 공기의 부피[L]는? (단, 공기 중 산소의 부피 비율 = 20%, 탄소 원자량 = 12, 수소 원자량 = 1이다)

① 56

② 112

③ 224

④ 448

정답 2번

간단한 해설

메탄 1 mol의 완전 연소에는 **산소 2 mol**이 필요하므로, 메탄 8 g에는 산소 1 mol이 필요하다. 0 °C, 1기압에서 산소 1 mol은 22.4 L이며, 공기 중 산소가 부피의 20%이므로 필요한 공기는 **112 L**이다.

계산 과정

메탄의 물질량: 주어진 원자량으로 구한 CH_4의 몰질량은 $12 + 4 \times 1 = 16$ g/mol이다. 따라서 메탄 8 g의 물질량은 $n = \frac{8\text{g}}{16\text{g/mol}} = 0.5\text{mol}$이다.

필요한 산소의 물질량: 완전 연소에서는 메탄의 탄소가 이산화탄소로, 수소가 물로 바뀐다. 반응식은 $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$이므로 **메탄과 산소의 몰비는 1 : 2**이다. 메탄 0.5 mol을 완전 연소시키는 데 필요한 산소는 $0.5 \times 2 = 1$ mol이다.

필요한 산소의 부피: 기체를 이상기체로 보아 0 °C, 1기압에서의 몰부피 22.4 L/mol을 적용한다. 산소 1 mol의 부피는 $1 \times 22.4 = 22.4$ L이다.

필요한 공기의 부피: 공기의 부피를 V라고 하면 그중 산소의 부피는 $0.20V$이다. 필요한 산소 22.4 L를 공급하려면 **산소 부피를 산소의 부피 비율로 나누어** 공기 부피를 구한다. 따라서 $V = \frac{22.4}{0.20} = 112\text{L}$이며, 이는 ②의 112 L에 해당한다.

NoteBase