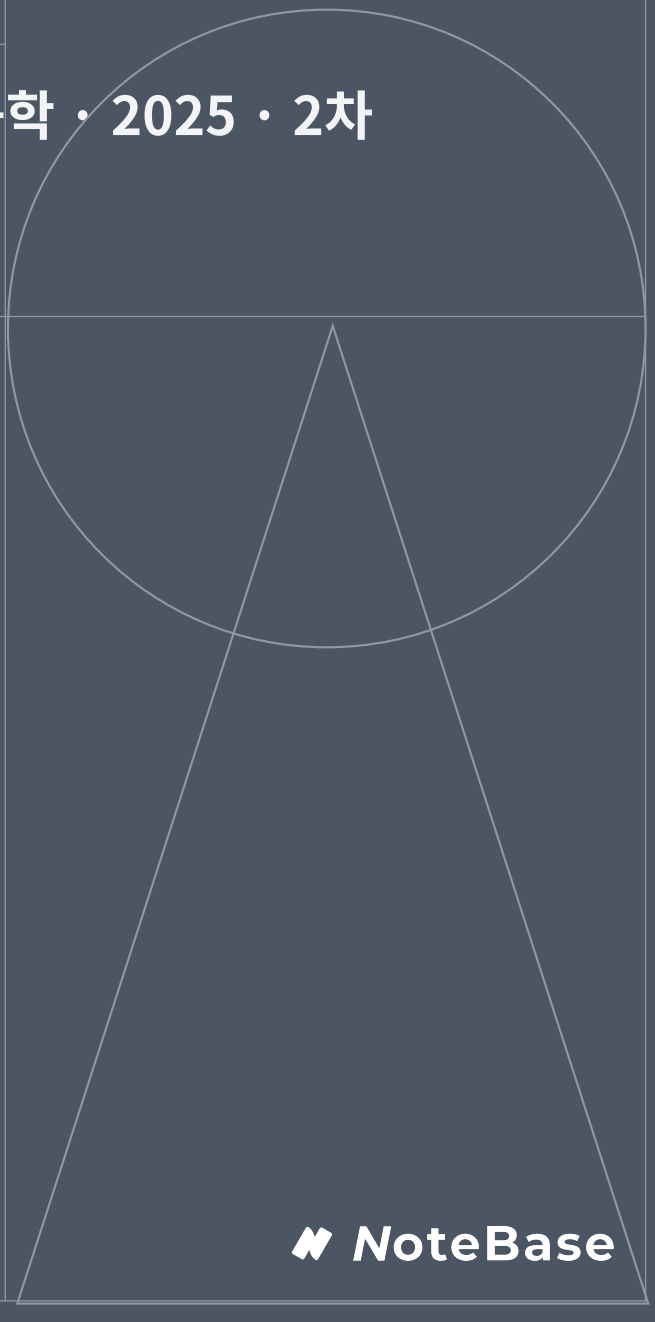
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 환경공학 · 2025 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 환경공학 · 2025 · 2차

공무원/국가직/7급 · 환경공학 · 2025 · 2차

문 1. 강수현상이 발생한 유역에서 강우 지속시간이 20분에서 10분으로 감소할 때, 단일 차집관로에 유입되는 우수량은 몇 [%] 증가하는가? (단, 강우강도식은 $I = \frac{3,000}{t+10}$이고, 다른 모든 조건은 동일하다)

① 10

② 25

③ 50

④ 100

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 강우강도식으로 구한 강우강도의 변화율을 이용해 차집관로 유입 우수유량의 증가율을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 강우강도식은 $I = \frac{3000}{t+10}$이다.
구해야 할 값: 강우 지속시간이 20분에서 10분으로 줄 때 유입 우수량의 증가율이다.
주의할 조건: 다른 조건이 동일하므로 유입 우수량은 강우강도 I의 변화에 비례한다고 본다.

사용할 공식

$I = \frac{3000}{t+10}$
유입 우수량의 증가율은 $\frac{I_2 - I_1}{I_1} \times 100$으로 계산한다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 변하는 조건은 지속시간뿐이고, 다른 조건은 모두 같으므로 차집관로로 유입되는 우수량의 변화는 강우강도의 변화율로 판단할 수 있다.

계산 과정

1. 지속시간 20분일 때 강우강도는 $I_1 = \frac{3000}{20+10} = 100$이다.
2. 지속시간 10분일 때 강우강도는 $I_2 = \frac{3000}{10+10} = 150$이다.
3. 증가율은 $\frac{150-100}{100} \times 100 = 50\%$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 10%는 계산 결과와 맞지 않는다. 실제 증가율은 50%이므로 '10% 증가'가 아니라 '50% 증가'로 고쳐야 한다.
② X: 25%는 총강우량과 강우강도를 혼동할 때 나오기 쉬운 값이다. 이 문항은 차집관로 유입 우수량을 강우강도 변화로 판단하므로 '25% 증가'가 아니라 '50% 증가'가 맞다.
③ O: 강우강도는 100에서 150으로 증가하므로 증가율은 50%이다.
④ X: 100%는 지속시간이 절반이 되었으니 강우강도가 두 배가 된다고 단순 오해한 값이다. 이 식은 분모가 $t+10$이므로 강우강도는 두 배가 아니라 1.5배가 되어 '100% 증가'가 아니라 '50% 증가'가 맞다.

오답 포인트

지속시간이 줄면 총강우량도 함께 떠올려 25%와 혼동하기 쉽다. 그러나 이 문항은 다른 조건이 같을 때 차집관로 유입량을 강우강도 변화로 묻는 문제이므로 강우강도 자체의 증가율을 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

강도식이 주어진 계산형 문항은 먼저 기존 지속시간과 변경 지속시간을 식에 각각 대입해 강우강도를 구한 뒤, 필요한 증가율을 (새값-기존값)/(기존값)×100으로 계산하면 된다.

암기 포인트

강우강도 변화율은 강도식에 각 시간을 대입해 구한 뒤 기존값 대비 증감률로 판단한다.

NoteBase

문 2. Monod식에 따른 세포 비증가율(μ)[1/hr]은 약 얼마인가?

◯ 미생물의 제한기질농도(S): 200 mg/L
◯ 세포 비증가율 최댓값(μ_{max}): 0.2 /hr
◯ 제한기질 반포화농도(K_s): 10 mg/L

① 0.15
② 0.17
③ 0.19
④ 0.21

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Monod 식으로 제한기질 농도 S, 최대 비증가율 μ_{max}, 반포화농도 K_s가 주어졌을 때 세포 비증가율 μ를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
제한기질 농도 200 mg/L
세포 비증가율 최댓값 0.2 /hr
제한기질 반포화농도 10 mg/L
구해야 할 값:
세포 비증가율 μ
주의할 조건:
Monod 식에서는 $\mu = \mu_{max}\frac{S}{K_s+S}$를 사용하므로 분자는 S, 분모는 $K_s + S$이다.

사용할 공식

공식은 $\mu = \mu_{max}\frac{S}{K_s+S}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 제한기질 농도, 최대 비증가율, 반포화농도가 함께 주어졌고, 이는 Monod 식으로 실제 비증가율을 구하는 전형적인 조건이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 값 대입을 하면 $\mu = 0.2 \times \frac{200}{10+200}$이다.
2. 분모는 210이므로 $\mu = 0.2 \times \frac{200}{210}$이다.
3. $\frac{200}{210} = 0.95238$이므로 $\mu = 0.2 \times 0.95238 = 0.190476$이다.
4. 따라서 세포 비증가율은 약 0.19 /hr이다.

선지 판단

① X: 0.15 /hr는 계산 결과인 약 0.19 /hr보다 작아서 틀리다. 틀린 표현은 비증가율 값을 0.15로 본 부분이며, 올바르게는 약 0.19 /hr이다.
② X: 0.17 /hr는 계산 결과와 일치하지 않아 틀리다. 틀린 표현은 최종값을 0.17로 본 부분이며, 올바르게는 $\mu = 0.190476$이므로 약 0.19 /hr이다.
③ O: Monod 식에 주어진 값을 대입하면 $\mu \approx 0.19/hr$가 되므로 옳다.
④ X: 0.21 /hr는 최대 비증가율 0.2 /hr보다 커서 Monod 식 결과로 나올 수 없어 틀리다. 틀린 표현은 비증가율을 0.21로 본 부분이며, 올바르게는 실제 비증가율은 최대값보다 작고 약 0.19 /hr이다.

오답 포인트

Monod 식에서 $K_s + S$를 $K_s \times S$로 잘못 보거나, 계산값이 μ_{max}보다 커질 수 없다는 점을 놓치면 ④ 같은 값을 고르기 쉽다. 또 마지막 반올림을 제대로 하지 않으면 ①이나 ②로 흔들릴 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

Monod 계산형 문제는 주어진 세 값 S, K_s, μ_{max}를 먼저 정리한 뒤 $\mu = \mu_{max}\frac{S}{K_s+S}$에 그대로 대입하고, 계산 결과가 항상 μ_{max}보다 작은지도 함께 확인하면 된다.

암기 포인트

Monod 식의 비증가율 μ는 μ_{max}에 $\frac{S}{K_s+S}$를 곱한 값이므로 항상 μ_{max}보다 작다.

NoteBase

문 3. 부유물의 농도가 낮고, 응결되지 않는 입자의 침전은?

① 독립침전
② 응집침전
③ 간섭침전
④ 압밀침전

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 부유물 농도와 입자 간 상호작용 여부에 따라 독립침전, 응집침전, 간섭침전, 압밀침전을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

독립침전은 농도가 낮아 입자들이 서로 영향을 주지 않고 각자 가라앉는 침전이다.
응집침전은 침전 중 입자들이 서로 부착되어 플록이 커지면서 가라앉는 침전이다.
간섭침전은 농도가 높아 입자들이 서로 간섭하며 층을 이루듯 함께 내려가는 침전이다.
압밀침전은 매우 높은 농도에서 입자들이 서로 접촉한 상태로 하중을 받아 압축되며 가라앉는 침전이다.

선지별 해설

1번 O: 부유물 농도가 낮고 응결되지 않으면 입자들이 서로 독립적으로 침강하므로 독립침전이 맞다.
2번 X: 틀린 부분은 이 조건을 "응집침전"으로 본 점이다. 응집침전은 침전 중 입자들이 서로 부착되어 플록이 커지는 경우이므로, 응결되지 않는다는 조건과 맞지 않는다. 올바르게는 독립침전이다.
3번 X: 틀린 부분은 이 조건을 "간섭침전"으로 본 점이다. 간섭침전은 고농도 현탁액에서 입자들이 서로 간섭하며 집단적으로 침강하는 경우이므로, 농도가 낮다는 조건과 맞지 않는다. 올바르게는 독립침전이다.
4번 X: 틀린 부분은 이 조건을 "압밀침전"으로 본 점이다. 압밀침전은 바닥 부근의 매우 높은 고형물 농도에서 입자층이 자기 하중으로 압축되는 경우이므로, 낮은 농도의 비응결성 입자 침전과는 다르다. 올바르게는 독립침전이다.

오답 포인트

출제자는 침전 유형을 농도와 응결 여부로 구분하게 만든다. "응결되지 않는"을 놓치면 응집침전으로, "농도가 낮다"를 놓치면 간섭침전이나 압밀침전으로 잘못 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 응결 여부를 본다. 응결되지 않고 저농도이면 독립침전, 응결되면 응집침전이다. 그다음 농도가 높아 입자 간 간섭이 생기면 간섭침전, 더 진행되어 입자층이 눌리면 압밀침전으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

저농도·비응결은 독립침전, 응결은 응집침전, 고농도 집단침강은 간섭침전, 바닥 압축은 압밀침전이다.

문 4. 다음 조건에서 휘발성 부유고형물(VSS: volatile suspended solid)의 농도[mg/L]는?

◯ GF/C 여과지의 지름: 50mm
◯ 105 °C에서 건조한 여과 전 여과지의 무게: 0.32 g
◯ 여과에 사용한 시료량: 50 mL
◯ 시료가 통과된 후 105 °C에서 건조한 여과지 무게: 0.58 g
◯ 시료가 통과된 후 550 °C에서 연소시킨 여과지 무게: 0.52 g

① 1,200
② 2,000
③ 4,000
④ 5,200

정답 1번

출제 포인트

여과 전후 질량과 강열 후 질량의 차이로 VSS 질량을 구한 뒤, 시료 부피로 나누어 농도*mg/L*로 환산하는지 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값
- 여과 전 여과지 질량: 0.32 g
- 105 °C 건조 후 여과지 질량: 0.58 g
- 550 °C 강열 후 여과지 질량: 0.52 g
- 시료량: 50 mL = 0.05 L

구해야 할 값
- VSS 농도

주의할 조건
- VSS는 105 °C 건조 후 질량과 550 °C 강열 후 질량의 차이로 계산한다.

사용할 공식

공식

$$VSS(mg/L) = \frac{(W_{105} - W_{550}) \times 1000}{V(L)}$$

이 공식을 쓰는 이유
- 105 °C 건조 후에는 총 부유고형물 성분이 남고, 550 °C 강열 후에는 휘발분이 제거된 고정성 부유고형물 성분만 남는다. 따라서 두 질량의 차이가 휘발성 부유고형물의 질량이다.

NoteBase

계산 과정

1. VSS 질량을 구한다.

$0.58 - 0.52 = 0.06g$

2. 시료량을 리터로 바꾼다.

$50mL = 0.05L$

3. 농도로 환산한다.

$\frac{0.06 \times 1000}{0.05} = 1200mg/L$

따라서 VSS 농도는 1,200 mg/L이다.

선지별 해설

① O

- $0.58 - 0.52 = 0.06g$이 VSS 질량이다.
- 이를 $0.05L$로 나누면 $1.2g/L = 1,200mg/L$가 되어 정답이다.

② X

- 2,000 mg/L는 주어진 질량 차이와 시료량으로 계산되지 않는 값이다.
- 틀린 표현은 '2,000 mg/L'이다. 올바르게는 'VSS 농도는 1,200 mg/L이다.'

③ X

- 4,000 mg/L는 $0.52 - 0.32 = 0.20g$을 사용했을 때의 값으로, 강열 후 남은 고정성 부유고형물FSS 농도에 해당한다.
- 틀린 표현은 '4,000 mg/L'이다. 올바르게는 '4,000 mg/L는 FSS 농도이고, VSS 농도는 1,200 mg/L이다.'

④ X

- 5,200 mg/L는 $0.58 - 0.32 = 0.26g$을 사용했을 때의 값으로, 105 ℃ 건조 후의 총 부유고형물TSS 농도에 해당한다.
- 틀린 표현은 '5,200 mg/L'이다. 올바르게는 '5,200 mg/L는 TSS 농도이고, VSS 농도는 1,200 mg/L이다.'

오답 포인트

VSS, FSS, TSS를 모두 같은 질량차로 계산하면 오답이 된다. 이 문항은 $0.58 - 0.52$, $0.52 - 0.32$, $0.58 - 0.32$의 의미를 구분하는지가 핵심이며, 50 mL를 0.05 L로 바꾸지 않으면 농도 환산도 틀리게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 수질 문항은 먼저 각 질량이 무엇을 뜻하는지 정리한 뒤, 105 ℃ 후-550 ℃ 후는 VSS, 550 ℃ 후-여과 전은 FSS, 105 ℃ 후-여과 전은 TSS로 대응시켜 본다. 마지막에 시료량을 L 단위로 바꾸어 농도를 계산하면 된다.

암기 포인트

VSS는 '건조 후 질량 - 강열 후 질량', TSS는 '건조 후 질량 - 여과 전 질량'으로 구한다.

NoteBase

문 5. 경도(hardness)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 경도를 일으키는 주요 양이온은 칼슘과 마그네슘이다.

② 경수는 이온교환을 통하여 연수화할 수 있다.

③ 연수의 경도는 75 ~ 150 mg/L이다.

④ 경수는 보일러에 스케일(scale)을 형성한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 물의 경도 개념과 연수·경수의 구분 범위를 묻는 문제이다.

핵심 개념

경도는 물속의 칼슘, 마그네슘 등 다가 양이온 때문에 비누 거품이 잘 생기지 않고 스케일이 생기는 성질을 말한다.
연수는 경도가 낮은 물이고, 경수는 경도가 높은 물이다.
통상 경도는 $CaCO_3$로 환산하여 표시하며, 75~150 mg/L는 연수가 아니라 보통경수 범위에 해당한다.

선지별 해설

① O
경도의 주요 원인은 칼슘 이온과 마그네슘 이온이다. 천연수의 경도는 이 두 이온이 대표적으로 좌우한다.

② O
경수는 이온교환 수지를 이용하면 칼슘, 마그네슘 이온을 나트륨 이온 등으로 바꾸어 연수화할 수 있다.

③ X
틀린 부분은 "연수의 경도는 75~150 mg/L"라는 표현이다.
통상 75~150 mg/L는 보통경수 범위이며, 연수는 그보다 낮은 범위로 본다. 올바르게는 "연수는 통상 경도 75 mg/L 미만의 물이다" 또는 "75~150 mg/L는 보통경수이다"가 된다.

④ O
경수는 가열되거나 농축될 때 탄산칼슘 등 침전이 생겨 보일러 내부에 스케일을 형성하기 쉽다.

오답 포인트

연수와 경수의 원인 이온은 알고 있어도 경도 구분 범위를 뒤바꾸면 ③에 걸리기 쉽다. 특히 75~150 mg/L를 연수로 착각하는 것이 대표적인 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

경도 문제는 먼저 칼슘·마그네슘 이온이 핵심인지 보고, 다음으로 연수화 가능성과 스케일 형성 여부를 확인한 뒤, 마지막에 경도 구분 범위를 대입해 판단하면 된다.

암기 포인트

경도는 Ca·Mg, 연수는 낮은 경도, 75~150 mg/L는 보통경수이다.

NoteBase

문 6. 염소소독에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 염소의 살균력은 염소농도와 접촉시간에 비례한다.

② 차아염소산염(OCl^-)과 차아염소산(HOCl)의 화학분율은 pH와 온도의 영향을 받는다.

③ 이산화염소(ClO_2)는 소독부산물인 트리할로메탄(THM)을 생성한다.

④ 이산화황(SO_2)은 탈염소공정에 사용할 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 염소계 소독제의 종류별 특성과 소독 부산물, 탈염소 공정의 기본 개념을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

염소 소독의 기본 평가는 보통 농도와 접촉시간의 곱인 $C \times t$ 개념으로 이해한다.
유리잔류염소는 주로 차아염소산 $HOCl$ 과 차아염소산염 이온 OCl^- 형태로 존재하며, 두 형태의 분포는 pH와 온도의 영향을 받는다.
이산화염소 ClO_2 는 염소와 달리 트리할로메탄 생성이 매우 적고, 주된 우려 부산물은 아염소산염과 염소산염이다.
이산화황 SO_2 는 잔류염소를 환원하여 제거하는 탈염소 공정에 사용할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O
염소의 살균효과는 일반적으로 염소농도와 접촉시간에 좌우되며, 실무적으로는 $C \times t$ 개념으로 정리한다.
선지는 염소 소독의 기본 원리를 옳게 설명한다.

② O
차아염소산과 차아염소산염의 해리 평형은 pH 변화에 크게 좌우되고 온도도 평형에 영향을 준다. 따라서 두 화학종의 분율이 pH와 온도의 영향을 받는다는 설명은 옳다.

③ X
틀린 부분은 "이산화염소(ClO2)는 소독부산물인 트리할로메탄(THM)을 생성한다"는 표현이다. 이산화염소는 일반 염소소독에 비해 THM 생성이 매우 적으며, 주로 문제되는 부산물은 아염소산염과 염소산염이다.
올바르게는 "이산화염소는 THM 생성을 억제하는 편이며, 대신 아염소산염과 염소산염 생성에 유의한다"이다.

④ O
이산화황은 잔류염소를 환원시켜 제거하므로 탈염소공정에 사용할 수 있다. 하수처리 방류수 등의 탈염소에서 대표적으로 쓰이는 약제 중 하나이다.

오답 포인트

③은 소독제와 소독부산물을 서로 뒤바꾸는 함정이다. THM은 주로 염소가 유기물과 반응할 때 문제가 되며, 이산화염소의 대표 관리 대상 부산물은 아염소산염과 염소산염이라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

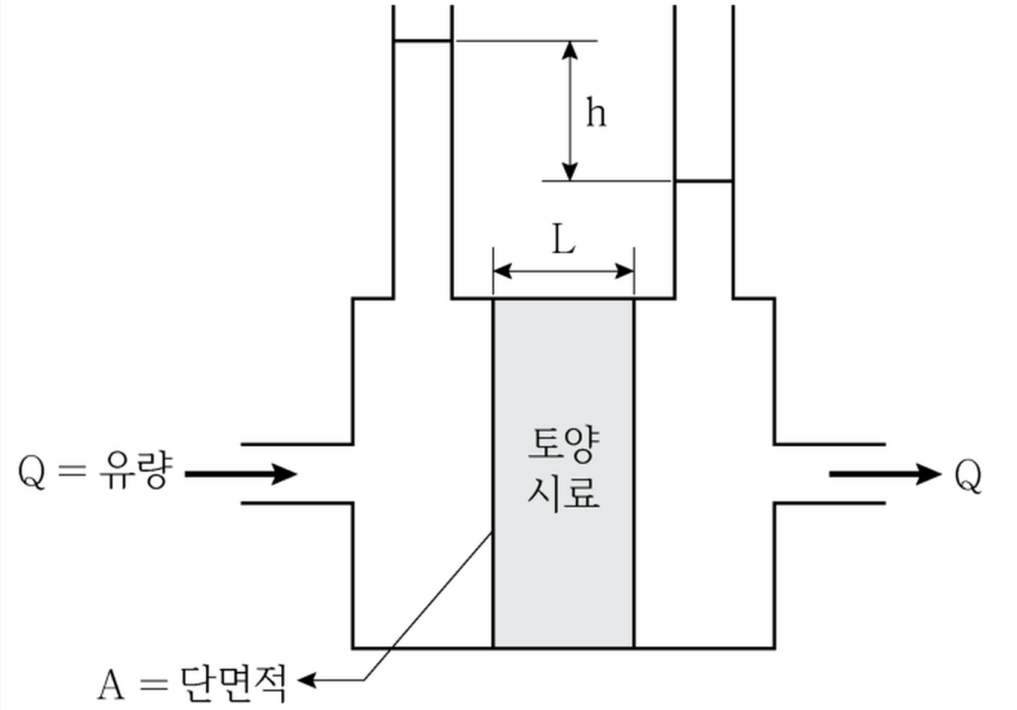
소독 문제는 먼저 소독제 종류를 구분한 뒤 각 소독제의 대표 부산물과 장단점을 연결해서 판단한다. 염소는 THM, 이산화염소는 아염소산염·염소산염, 탈염소는 환원제 사용이라는 틀로 보면 빠르게 정리된다.

암기 포인트

염소는 THM, 이산화염소는 아염소산염·염소산염, 이산화황은 탈염소이다.

NoteBase

문 7. 다음의 투수계수 측정기에서 투수계수[m/day]는?



◯ 시료의 길이(L): 0.1 m
◯ 단면적(A): 0.05m^2
◯ 유량(Q): 2m^3/day
◯ 토양시료 유입부 수두: 3.3 m
◯ 토양시료 유출부 수두: 1.3 m

① 1.0
② 1.5
③ 2.0
④ 2.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정수위 투수시험에서 Darcy 법칙으로 투수계수 k를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:

- $L = 0.1m$
- $A = 0.05m^2$
- $Q = 2m^3/day$
- 유입부 수두 $= 3.3m$
- 유출부 수두 $= 1.3m$

구해야 할 값:

- 투수계수 k

주의할 조건:

- 수두차 h는 양단 수두의 차이이므로 $3.3 - 1.3 = 2.0m$이다.

사용할 공식

정수위 투수시험의 공식은

$k = \frac{QL}{Ah}$

이다.

이 공식을 쓰는 이유:

문제의 장치는 일정 유량이 시료를 통과하고 시료 길이 L, 단면적 A, 양단 수두차 h가 주어진 정수위 투수계수 측정기이기 때문이다.

계산 과정

1. 수두차를 구하면 $h = 3.3 - 1.3 = 2.0m$이다.
2. 공식을 대입하면

$k = \frac{QL}{Ah} = \frac{2 \times 0.1}{0.05 \times 2.0}$

이다.

3. 계산하면

$k = \frac{0.2}{0.1} = 2.0m/day$

이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 틀린 표현은 투수계수를 1.0으로 본 부분이다. 주어진 값으로 계산한 투수계수는 $2.0m/day$이므로 올바르게는 2.0이어야 한다.

② X
- 틀린 표현은 투수계수를 1.5로 본 부분이다. Q, L, A, h를 그대로 대입하면 $k = 2.0m/day$가 되므로 올바르게는 2.0이어야 한다.

③ O
- 수두차를 $3.3 - 1.3 = 2.0m$로 잡아 $k = \frac{2 \times 0.1}{0.05 \times 2.0} = 2.0m/day$로 계산하면 ③과 일치한다.

④ X
- 틀린 표현은 투수계수를 2.5로 본 부분이다. 주어진 조건의 계산 결과는 $2.0m/day$이므로 올바르게는 2.0이어야 한다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 h를 유입부 수두 3.3m나 유출부 수두 1.3m 자체로 착각하는 점이다. h는 절대수두가 아니라 시료 양단의 수두차이므로 반드시 $3.3 - 1.3$으로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

투수시험 문제가 나오면 먼저 정수위 시험인지 확인하고, 다음으로 h가 수두차인지 절대수두인지 구분한 뒤 $k = \frac{QL}{Ah}$에 단위를 그대로 맞춰 대입하면 된다.

암기 포인트

정수위 투수시험은 $k = \frac{QL}{Ah}$이고, h는 항상 양단 수두차이다.

NoteBase

문 8. Manning공식에 의한 하수관거 내 유속 산정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, π는 원주율, D는 관의 지름이다)

① 조도계수에 반비례한다.

② 동수경사의 $\frac{1}{2}$제곱에 비례한다.

③ 만관으로 흐르는 원형관의 경우 $\frac{D}{4}$의 $\frac{2}{3}$제곱에 비례한다.

④ 반만 차서 흐르는 원형관의 경우 $\frac{\pi D}{2}$의 $\frac{2}{3}$제곱에 비례한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Manning 식 $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$에서 조도계수, 동수경사, 동수반지름의 비례관계를 정확히 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

유속 V는 Manning 식에서 조도계수 n에 반비례하고, 동수경사 S의 1/2제곱에 비례하며, 동수반지름 R의 2/3제곱에 비례한다.
원형관이 만관이거나 반만 찬 경우 모두 동수반지름은 $R = A/P$로 계산한다.

사용할 공식

$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
이 공식을 쓰는 이유는 각 선지가 유속의 비례관계를 직접 묻고 있기 때문이다. 원형관의 만관과 반만 유하 조건에서는 동수반지름 $R = A/P$를 먼저 구하면 선지의 옳고 그름을 바로 판단할 수 있다.

계산 과정

1. Manning 식에서 $V \propto \frac{1}{n}$, $V \propto S^{1/2}$, $V \propto R^{2/3}$임을 정리한다.
2. 만관 원형관은 $A = \frac{\pi D^2}{4}$, $P = \pi D$이므로 $R = A/P = \frac{D}{4}$이다.
3. 반만 찬 원형관은 $A = \frac{\pi D^2}{8}$, $P = \frac{\pi D}{2}$이므로 $R = A/P = \frac{D}{4}$이다. 따라서 반만 찬 경우도 $V \propto \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3}$이다.

선지 판단

① O: Manning 식에서 $V \propto \frac{1}{n}$이므로 조도계수에 반비례한다.
② O: Manning 식에서 $V \propto S^{1/2}$이므로 동수경사의 1/2제곱에 비례한다.
③ O: 만관 원형관의 동수반지름은 $R = \frac{D}{4}$이므로 유속은 $\left(\frac{D}{4}\right)^{2/3}$에 비례한다.
④ X: 잘못된 표현은 "$\frac{\pi D}{2}$의 2/3제곱에 비례한다"는 부분이다. $\frac{\pi D}{2}$는 반만 찬 원형관의 윤변에 해당할 뿐 동수반지름이 아니다. 반만 찬 원형관도 $R = \frac{A}{P} = \frac{D}{4}$이므로 올바르게는 유속이 $\left(\frac{D}{4}\right)^{2/3}$에 비례한다고 해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

④는 윤변 P와 동수반지름 $R = A/P$를 혼동하게 만드는 선지이다. 반만 찬 경우 A와 P가 함께 줄어들기 때문에 결과적으로 $R = \frac{D}{4}$가 유지된다는 점을 놓치면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

Manning 비례문제는 먼저 $V \propto \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$를 적고, 단면이 달라지면 바로 $R = A/P$를 계산해 동수반지름부터 확인하면 된다. 윤변이나 단면적 하나만 보고 비례식을 세우면 오답이 된다.

암기 포인트

Manning 유속은 $1/n$, $S^{1/2}$, $R^{2/3}$에 비례하며, 원형관 만관과 반만 유하 모두 $R = \frac{D}{4}$이다.

NoteBase

문 9. 산업폐기물 내 악취 제거를 위하여 다음과 같은 배수로를 설계하였을 때, 악취 90 %를 제거하기 위한 배수로의 길이[m]는? (단, 악취제거반응은 1차 반응이다)

◯ 유속: 0.01m/sec
◯ 유량: 160L/day
◯ 반응상수: 0.46 /day
◯ ln0.1 = -2.3

① 3,820
② 4,320
③ 4,820
④ 5,320

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 1차 반응의 제거식과 유속-체류시간 관계를 이용해 90% 제거에 필요한 배수로 길이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유속 0.01m/sec, 반응상수 0.46/day, 제거율 90%
구해야 할 값: 배수로 길이 L
주의할 조건: 1차 반응이므로 $C/C_0 = 0.1$을 쓰고, 유속은 day 단위로 바꿔야 한다. 유량 160L/day는 이 계산에 직접 필요하지 않다.

사용할 공식

1차 반응식은 $\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -kt$ 이고, 배수로 길이는 $L = vt$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 악취제거반응이 1차 반응이라고 했으므로 제거율로 필요한 체류시간 t를 먼저 구한 뒤, 유속 v를 곱해 길이 L를 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

90% 제거이므로 $C/C_0 = 0.1$이다.
$\ln(0.1) = -0.46t$
$-2.3 = -0.46t$
$t = \frac{2.3}{0.46} = 5day$
유속 0.01m/sec를 day 단위로 바꾸면
$0.01 \times 86400 = 864m/day$
따라서 배수로 길이는
$L = vt = 864 \times 5 = 4320m$
계산 결과는 4320m이다.

선지별 해설

1번: X. 계산 결과는 4320m이므로 3820m는 맞지 않는다. $t = 5day$ 계산이나 유속의 초-일 변환에서 산술오차가 나면 이런 값에 가까워질 수 있다. 틀린 값 3820m → 올바르게는 4320m이다.
2번: O. 1차 반응식으로 구한 체류시간 5 day에 유속 864m/day를 곱하면 4320m가 된다.
3번: X. 계산 결과보다 500m 크게 나온 값이다. 제거율 90%를 다른 로그값으로 잘못 읽거나 나눗셈을 잘못하면 이런 오차가 생길 수 있다. 틀린 값 4820m → 올바르게는 4320m이다.
4번: X. 계산 결과보다 1000m 크게 나온 값이다. 체류시간 계산 또는 단위 환산을 과대평가한 오답이다. 틀린 값 5320m → 올바르게는 4320m이다.

오답 포인트

유량 160L/day를 반드시 써야 한다고 생각하면 흐름이 꼬인다. 이 문항은 이미 유속이 주어졌으므로 1차 반응식으로 체류시간만 구해 $L = vt$를 적용하면 된다. 또 $0.01m/sec$를 그대로 day와 곱하면 단위가 맞지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

1차 반응 배수로 문제는 제거율을 C/C_0로 바꾸고, 반응식으로 체류시간을 구한 뒤, 유속 단위를 시간 기준에 맞춰 길이로 환산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

1차 반응 배수로 길이는 제거율로 t를 구하고 $L = vt$로 마무리한다. 90% 제거는 $C/C_0 = 0.1$, $-\ln 0.1 = 2.3$이다.

NoteBase

문 10. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기후변화와 관련하여 자체적으로 연구를 수행한다.

② 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 공동으로 주관하여 기후변화 문제에 대처하고자 설립된 기구이다.

③ 3개의 실무대책반(Working Group I, II, III)과 1개의 TF(Task Force)를 포함하고 있다.

④ 기후변화와 관련된 평가보고서를 발간한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 IPCC의 성격, 설립 주체, 조직, 기능을 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

IPCC는 기후변화에 관한 전 세계의 과학적·기술적·사회경제적 연구 결과를 평가·종합하여 보고서를 내는 정부간 협의체이다.
연구기관은 자체 실험·조사·관측으로 새로운 연구 결과를 생산하지만, IPCC는 이런 1차 연구를 직접 수행하는 기관이 아니다.
IPCC의 핵심 키워드는 평가, 종합, 보고서, 3개 Working Group, 1개 Task Force이다.

선지별 해설

① X. IPCC는 기후변화와 관련하여 자체적으로 연구를 수행하는 기관이 아니다. 기존에 발표된 연구와 자료를 평가·종합하는 역할을 한다. 틀린 표현은 "자체적으로 연구를 수행한다"이고, 올바르게는 "전 세계 연구 성과를 평가·종합한다"이다.
② O. IPCC는 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 공동으로 주관하여 1988년에 설립한 기구이므로 맞는 설명이다.
③ O. IPCC는 3개의 실무대책반인 Working Group I, II, III와 1개의 Task Force를 두고 있다. 이 Task Force는 온실가스 인벤토리 방법론과 관련된 업무를 담당한다.
④ O. IPCC는 기후변화에 관한 평가보고서와 특별보고서 등을 발간하므로 맞는 설명이다.

오답 포인트

많이 틀리는 지점은 IPCC를 연구 수행기관으로 착각하는 부분이다. 이름에 Panel이 들어가고 기후변화를 다루기 때문에 직접 실험이나 관측을 하는 기관처럼 느끼기 쉽지만, 실제 기능은 연구 수행이 아니라 기존 연구의 평가와 종합이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

국제기구 설명 문제에서는 먼저 그 기관이 직접 연구·집행을 하는지, 아니면 평가·조정·권고를 하는지부터 본다. IPCC가 나오면 첫 판단 기준은 "직접 연구 기관이 아니라 평가보고서 작성 기관"인지 여부이다.

암기 포인트

IPCC는 연구가 아니라 평가를 맡고, 조직은 3개 WG와 1개 TF로 기억한다.

NoteBase

문 11. 25 ℃, 2기압하에서 메탄가스 32 kg을 저장하는 데 필요한 용기의 부피는 약 몇 [L]인가? (단, 이상기체상수(R) = 0.082 L·atm/mol·K이며, C, H의 원자량은 각각 12, 1이다)

① 1.22×10^3

② 1.22×10^4

③ 2.44×10^3

④ 2.44×10^4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상기체 상태방정식과 메탄의 분자량을 이용해 저장에 필요한 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 메탄 질량 $32kg$, 압력 $2atm$, 온도 $25^\circ C$, 기체상수 $R = 0.082L \cdot atm/(mol \cdot K)$이다.
구해야 할 값: 저장 용기의 부피 V이다.
주의할 조건: 메탄의 분자량을 먼저 구해 질량을 몰수로 바꾸고, 온도는 켈빈으로 변환해야 한다.

사용할 공식

이상기체 상태방정식 $PV = nRT$를 사용한다.
필요한 부피는 $V = \frac{nRT}{P}$로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유는 압력, 온도, 몰수가 주어졌고 메탄을 이상기체로 취급하는 상황이기 때문이다.

계산 과정

1. 메탄 CH_4의 분자량은 $12 + 4 \times 1 = 16g/mol$이다.
2. 질량 $32kg$는 $32{,}000g$이므로 몰수는 $n = \frac{32{,}000}{16} = 2000mol$이다.
3. 온도는 $T = 25 + 273 = 298K$이다.
4. 부피는 $V = \frac{2000 \times 0.082 \times 298}{2} = 24{,}436L$이다.
5. 따라서 필요한 용기 부피는 약 $2.44 \times 10^4 L$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

계산 결과는 $2.44 \times 10^4 L$이므로 $1.22 \times 10^3 L$는 틀리다. 틀린 표현은 부피값 자체이며, 올바르게는 $2.44 \times 10^4 L$이다. 이 값은 메탄의 분자량을 잘못 잡고 질량 단위도 함께 잘못 처리할 때 나올 수 있는 오답이다.

② X

$1.22 \times 10^4 L$는 메탄의 분자량을 $32 g/mol$로 잘못 두어 몰수를 $1000 mol$로 계산하면 나오는 값이다. 틀린 표현은 부피값이며, 올바르게는 메탄의 분자량을 $16 g/mol$로 두어 $2.44 \times 10^4 L$로 계산해야 한다.

③ X

$2.44 \times 10^3 L$는 $32 kg$를 $3200 g$처럼 잘못 바꾸면 나오는 값이다. 틀린 표현은 부피값이며, 올바르게는 $32 kg = 32{,}000 g$로 환산하여 $2.44 \times 10^4 L$를 얻어야 한다.

④ O

이상기체 상태방정식으로 계산한 부피가 $24{,}436 L$이므로 약 $2.44 \times 10^4 L$가 맞다. 주어진 조건과 계산 결과가 정확히 일치한다.

오답 포인트

메탄의 분자량 $16 g/mol$을 $32 g/mol$로 잘못 두거나, $32 kg$를 $32{,}000 g$로 바꾸지 않으면 오답이 나온다. 또한 온도를 섭씨 그대로 넣으면 상태방정식 계산이 성립하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 기체 문제는 질량을 몰수로 바꾸고, 온도를 켈빈으로 바꾼 뒤, $PV = nRT$에 대입하는 순서로 판단하면 된다. 마지막에는 자리수와 단위가 합리적인지 한 번 더 검산하면 된다.

암기 포인트

이상기체 부피는 $V = \frac{nRT}{P}$이며, 메탄 CH_4의 분자량은 $16 g/mol$이다.

NoteBase

문 12. 환경 관련 국제 협약 및 조약에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 몬트리올 의정서: 오존층 파괴 물질에 대한 국가별 사용량과 생산량을 기준으로 한 규제물질의 단계별 감축 일정 제시

② 교토 의정서: 선진국과 개발도상국이 모두 온실가스 감축에 대응

③ 스톡홀름 협약: 잔류성유기오염물질(POPs)로부터 인간의 건강과 환경을 보호하기 위한 협약

④ 나고야 의정서: 유전자원 이용에 따른 이익을 공정하고 공평하게 공유함으로써 생물다양성 보전과 지속가능한 이용에 기여

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 주요 환경 국제협약이 규율하는 대상과 의무 주체를 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

몬트리올 의정서는 오존층 파괴물질의 생산과 소비를 단계적으로 감축하는 협약이다.
교토 의정서는 온실가스 감축에서 선진국에 구속력 있는 감축의무를 부과한 기후변화 체계의 의정서이다.
스톡홀름 협약은 잔류성유기오염물질로부터 인간의 건강과 환경을 보호하기 위한 협약이다.
나고야 의정서는 유전자원 이용으로 발생한 이익을 공정하고 공평하게 공유하는 체계를 다룬다.

NoteBase

선지별 해설

① O
몬트리올 의정서는 오존층 파괴물질을 규제 대상으로 하며, 규제물질의 생산·소비를 단계적으로 감축하거나 폐지하는 일정을 제시한다. 선지의 취지는 몬트리올 의정서의 핵심 내용을 설명한 것으로 타당하다.

② X
틀린 부분은 "선진국과 개발도상국이 모두 온실가스 감축에 대응"이라는 표현이다. 교토 의정서는 모든 국가에 동일한 법적 감축의무를 부과한 것이 아니라, 주로 선진국에 구속력 있는 감축목표를 부여하였다. 올바르게는 "선진국 중심으로 온실가스 감축의무를 부담하였다"이다.

③ O
스톡홀름 협약은 잔류성유기오염물질(POPs)의 생산·사용·배출을 줄여 인간 건강과 환경을 보호하는 것이 목적이다. 선지의 설명이 협약의 목적과 일치한다.

④ O
나고야 의정서는 유전자원 이용에 따른 이익을 공정하고 공평하게 공유하여 생물다양성 보전과 지속가능한 이용에 기여하도록 하는 체계이다. 선지의 설명이 맞다.

오답 포인트

교토 의정서를 기후변화 대응 협약이라는 이유만으로 모든 국가가 같은 감축의무를 지는 것으로 일반화하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 "모두"라는 단어로 선진국과 개발도상국의 의무 범위를 뒤섞는 함정을 두었다.

다시 나오면 이렇게 판단

국제환경협약 문제는 먼저 규제 대상이 오존층 파괴물질인지, 온실가스인지, POPs인지, 유전자원 이익공유인지부터 구분한다. 그다음 의무 주체가 전 국가인지 선진국 중심인지 확인하면 정답을 빠르게 가를 수 있다.

암기 포인트

몬트리올=오존층 파괴물질, 교토=선진국 감축의무, 스톡홀름=POPs, 나고야=유전자원 이익공유이다.

NoteBase

문 13. 전기집진기에서 집진판의 탈진에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 습식 탈진방식은 분진의 재비산을 방지할 수 없다.

② 전기집진기가 원활하게 가동되기 위해서는 주기적으로 탈진시켜야 한다.

③ 습식 탈진방식은 수처리 장치가 필요하게 되어 구조가 복잡하다.

④ 건식 탈진방식은 기계적 충격이나 진동을 주어 분진을 탈진시키는 방법이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전기집진기 집진판의 탈진 방식에서 습식과 건식의 작동 특징을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

습식 탈진방식은 집진판에 부착된 분진을 물로 씻어 내려 제거하는 방식이어서 재비산 억제에 유리하다.
건식 탈진방식은 타격이나 진동으로 분진층을 떨어뜨리는 방식이어서 구조는 비교적 단순하지만 탈진 순간 재비산이 생길 수 있다.

선지별 해설

1번: X. 틀린 부분은 "재비산을 방지할 수 없다"이다. 습식 탈진은 물로 분진을 씻어 슬러리 상태로 제거하므로 건식보다 재비산 방지에 유리하다. 올바르게는 "습식 탈진방식은 분진의 재비산을 방지할 수 있다"이다.
2번: O. 전기집진기는 집진판에 분진이 계속 쌓이면 집진 효율이 떨어지므로 원활한 운전을 위해 주기적으로 탈진해야 한다.
3번: O. 습식 탈진은 세정수 사용과 배수 처리가 필요하므로 수처리 장치가 추가되고 구조가 건식보다 복잡해진다.
4번: O. 건식 탈진은 래핑과 같은 기계적 충격이나 진동으로 집진판의 분진층을 떨어뜨리는 방식이다.

오답 포인트

습식과 건식의 장단점을 서로 바꿔 외우면 틀리기 쉽다. 재비산 억제는 습식의 특징이고, 기계적 충격·진동은 건식의 특징이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 물 세정, 슬러리, 수처리가 나오면 습식으로 보고 재비산 억제와 구조 복잡성을 연결한다. 타격, 진동, 래핑이 나오면 건식으로 보고 탈진은 쉽지만 재비산 가능성이 있음을 떠올리면 된다.

암기 포인트

습식은 세정으로 재비산을 줄이고, 건식은 타격·진동으로 털어 낸다.

NoteBase

문 14. 「환경영향평가법」상 다음 정의에 해당하는 용어는?

환경에 영향을 미치는 계획을 수립할 때에 환경보전계획과의 부합 여부 확인 및 대안의 설정·분석 등을 통하여 환경적 측면에서 해당 계획의 적정성 및 입지의 타당성 등을 검토하여 국토의 지속가능한 발전을 도모하는 것

① 전략환경영향평가

② 환경영향평가

③ 소규모 환경영향평가

④ 사후환경영향조사

정답 1번

쟁점

이 문제는 「환경영향평가법」상 전략환경영향평가의 정의를 다른 제도와 구별할 수 있는지를 묻는다.

용어 풀이

전략환경영향평가는 개별 사업을 확정한 뒤 영향을 따지는 단계가 아니라, 계획을 세우는 단계에서 그 계획의 적정성과 입지 타당성을 미리 검토하는 제도이다.

핵심 구분

전략환경영향평가는 계획 수립 단계의 평가이다. 환경영향평가는 사업 시행 전 승인등 단계의 평가이다. 소규모 환경영향평가는 환경적으로 민감한 지역의 소규모 개발사업을 미리 평가하는 제도이다. 사후환경영향조사는 사업 착공 후 실제 영향을 조사하는 절차이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 제시문은 계획을 수립할 때 환경보전계획과의 부합 여부, 대안의 설정·분석, 계획의 적정성과 입지의 타당성을 검토하여 지속가능한 발전을 도모하는 절차를 말하므로 전략환경영향평가의 정의에 해당한다.
② X: 환경영향평가는 개발기본계획 단계가 아니라 사업의 실시계획·시행계획 등의 승인등을 할 때 그 사업이 환경에 미치는 영향을 조사·예측·평가하고 저감방안을 마련하는 절차이다. 틀린 표현은 제시문의 '계획을 수립할 때'에 해당하는 부분이다. 올바르게는 '사업의 실시계획·시행계획 등의 승인등을 할 때'이다.
③ X: 소규모 환경영향평가는 환경보전이 필요한 지역이나 난개발이 우려되는 지역에서 개발사업을 시행할 때 입지의 타당성과 환경에 미치는 영향을 미리 검토하는 제도이다. 틀린 표현은 제시문 전체가 계획 일반의 적정성 심사처럼 서술된 부분이다. 올바르게는 '환경적으로 민감한 지역의 개발사업 시행 시 입지 타당성과 환경영향을 미리 검토하는 것'이다.
④ X: 사후환경영향조사는 평가 자체의 정의가 아니라 대상사업을 착공한 후 사업으로 인한 환경영향이 실제로 어떻게 나타나는지를 조사하는 절차이다. 틀린 표현은 제시문의 '계획을 수립할 때' 부분이다. 올바르게는 '대상사업을 착공한 후에 주변 환경에 미치는 영향을 조사하는 것'이다.

오답 포인트

전략환경영향평가와 환경영향평가는 모두 환경영향을 검토한다는 점 때문에 헷갈리기 쉽다. 그러나 ①은 계획 단계, ②는 개별 사업 승인등 단계라는 시점 차이가 핵심이며, ④는 아예 사후 조사라는 점에서 결이 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

정의형 문항에서는 먼저 시점을 본다. 계획 수립 단계이면 전략환경영향평가, 사업 승인등 전이면 환경영향평가, 민감 지역의 소규모 개발사업이면 소규모 환경영향평가, 착공 후 실제 영향을 조사하면 사후환경영향조사로 판단된다.

암기 포인트

전략은 계획 전, 환경은 사업 전, 사후는 착공 후라는 흐름으로 정리된다.

NoteBase

문 15. 용존산소(DO)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기압이 낮아지면 DO포화도가 증가한다.

② 건조 공기 중 산소의 부분압과 헨리상수를 이용하여 DO농도를 산정할 수 있다.

③ 온도가 증가하면 DO포화도가 감소한다.

④ 염도가 증가하면 DO포화도가 감소한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 용존산소 포화농도에 영향을 주는 기본 인자와 헨리법칙의 적용 방향을 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

용존산소 포화농도는 주어진 온도, 기압, 염도 조건에서 물이 산소와 평형을 이룰 때 녹아 있을 수 있는 최대 산소농도이다.
헨리법칙에 따르면 기체의 용해도는 그 기체의 부분압에 비례하므로 산소의 부분압이 커지면 포화 용존산소농도도 커진다.
포화 용존산소농도는 일반적으로 기압이 높을수록 증가하고, 수온과 염도가 높을수록 감소한다.

선지별 해설

① X
기압이 낮아지면 산소의 부분압도 함께 낮아져 물속에 녹을 수 있는 산소의 평형농도가 감소한다. 따라서 "기압이 낮아지면 DO포화도가 증가한다"는 표현이 틀렸다. 올바르게는 "기압이 낮아지면 DO포화도는 감소한다"이다.

② O
건조 공기 중 산소의 부분압을 알고, 이에 대응하는 헨리상수를 적용하면 평형 상태의 DO농도를 산정할 수 있다. 이는 기체 용해도를 부분압으로 계산하는 헨리법칙의 기본 적용이다.

③ O
온도가 증가하면 기체의 물에 대한 용해도가 대체로 감소하므로 포화 용존산소농도도 감소한다. 수온 상승 시 DO 포화치가 낮아지는 방향은 대표적인 기본 성질이다.

④ O
염도가 증가하면 물속에 염류가 많아져 산소의 용해도가 떨어지므로 DO포화도는 감소한다. 담수보다 해수에서 포화 용존산소농도가 더 낮은 이유도 같은 원리이다.

NoteBase

오답 포인트

기압, 수온, 염도의 영향을 한꺼번에 외울 때 방향을 뒤집는 실수가 잦다. 이 문항은 ①에서 기압과 DO의 관계를 반대로 제시해 압력이 낮아지면 기체가 더 잘 녹는다고 착각하는지를 노린 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

DO 포화농도 문제는 먼저 산소의 부분압이 커지면 용해도도 커진다는 헨리법칙 방향을 확인하면 된다. 그다음 기압은 증가 방향, 온도와 염도는 감소 방향으로 작용하는지만 대조하면 정답을 빠르게 고를 수 있다.

암기 포인트

DO 포화농도는 기압과 같은 방향, 온도·염도와는 반대 방향으로 변한다.

NoteBase

문 16. 오염토양정화기술에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 오염부지 내에서 직접 정화(On Site)하는 방법은 오염토양을 수거하지 아니하고 현 위치에서 정화(In-situ)하는 방법과 오염토양을 수거하여 부지 내 다른 장소에서 정화(Ex-situ)하는 방법으로 구분할 수 있다.

② 식물재배정화법(Phytoremediation)과 토양경작법(Land farming)은 생물학적 처리방법에 속한다.

③ 토양증기추출법(Soil Vapor Extraction)과 퇴비화법(Composting)은 물리 · 화학적 처리방법에 속한다.

④ 소각법(Incineration)과 열분해법(Pyrolysis)은 열적 처리방법에 속한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 오염토양정화기술을 정화 위치와 처리 원리에 따라 정확히 분류할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

On-site 정화는 오염부지 안에서 처리하는 방식으로, 오염토를 제자리에서 처리하는 in-situ와 굴착 후 부지 내 다른 장소에서 처리하는 ex-situ를 함께 포함한다.
생물학적 처리방법은 미생물이나 식물의 생물학적 작용으로 오염물질을 분해하거나 흡수하는 방식이다.
물리·화학적 처리방법은 휘발, 추출, 세정, 고정화처럼 물리적 분리나 화학적 반응을 이용하는 방식이다.
열적 처리방법은 고온을 이용해 오염물질을 분해하거나 제거하는 방식이다.

선지별 해설

1번: O. On-site 정화는 부지 외부 반출 없이 오염부지 내에서 처리하는 개념이다. 따라서 오염토를 굴착하지 않고 현 위치에서 처리하는 in-situ와, 굴착한 뒤 부지 내 다른 장소에서 처리하는 ex-situ로 나눌 수 있다는 설명은 맞다.
2번: O. 식물재배정화법은 식물의 흡수·축적·분해 기능을 이용하고, 토양경작법은 토양을 갈아주며 미생물 분해를 촉진하는 방식이다. 둘 다 생물학적 처리방법에 속한다.
3번: X. 틀린 부분은 "퇴비화법(Composting)은 물리·화학적 처리방법에 속한다"는 표현이다.
토양증기추출법은 휘발성 오염물질을 감압으로 회수하는 물리적 정화기술이지만, 퇴비화법은 미생물 활성을 이용해 유기오염물질을 분해하는 생물학적 처리방법이다. 올바르게는 "토양증기추출법은 물리적 처리방법에, 퇴비화법은 생물학적 처리방법에 속한다"이다.
4번: O. 소각법과 열분해법은 모두 높은 열을 가해 오염물질을 제거하거나 분해하는 기술이므로 열적 처리방법에 속한다.

NoteBase

오답 포인트

3번은 토양증기추출법과 퇴비화법을 한 선지에 묶어 두 방법이 모두 같은 범주인 것처럼 보이게 만든 점이 함정이다. 수험생이 토양증기추출법만 보고 물리·화학적 처리라고 판단하면, 퇴비화법이 생물학적 처리라는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

정화기술 문제는 먼저 정화 위치 기준인지, 처리 원리 기준인지부터 나눈다. 그다음 각 기술이 굴착 여부, 생물작용 활용 여부, 열 사용 여부 중 어디에 해당하는지를 확인하면 선지 판단이 빨라진다.

암기 포인트

SVE는 휘발성 오염물질을 빼내는 물리적 방법이고, Composting과 Land farming은 미생물을 쓰는 생물학적 방법이다.

NoteBase

문 17. 40 phon의 소리와 50 phon의 소리가 합쳐지면 몇 [sone]인가?

① 2

② 3

③ 4

④ 5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 phon을 sone으로 바꾼 뒤, 독립된 두 소리의 loudness를 sone에서 가산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 40 phon, 50 phon
구해야 할 값: 두 소리가 함께 들릴 때의 loudness(sone)
주의할 조건: phon은 감각수준이고, 합성은 sone에서 가산한다.

사용할 공식

공식: $N = 2^{(L_N - 40)/10}$
여기서 N은 sone, L_N은 phon이다.
이 공식을 쓰는 이유: sone은 체감 크기를 나타내는 척도이므로 서로 다른 소리의 체감 크기를 합칠 때 직접 더할 수 있다.

계산 과정

1. 40 phon은 기준값이므로 $2^{(40-40)/10} = 2^0 = 1$ sone이다.
2. 50 phon은 $2^{(50-40)/10} = 2^1 = 2$ sone이다.
3. 두 소리가 합쳐질 때 loudness는 sone에서 가산되므로 $1 + 2 = 3$ sone이다.

선지 판단

① X: 2 sone은 50 phon 하나만의 크기이므로 합쳐진 소리의 loudness가 아니다. 올바르게는 40 phon의 1 sone과 50 phon의 2 sone을 더한 3 sone이다.
② O: 40 phon은 1 sone, 50 phon은 2 sone이므로 합하면 3 sone이 된다.
③ X: 4 sone은 50 phon보다 10 phon 더 큰 60 phon에 해당하는 체감 크기에 가깝다. 올바르게는 이 문제의 합성 loudness는 3 sone이다.
④ X: 5 sone은 두 소리의 loudness를 phon 값처럼 단순 가산하거나 과대평가한 값이다. 올바르게는 sone으로 변환한 뒤 더해서 3 sone이다.

NoteBase

오답 포인트

40과 50을 phon 값 그대로 더하거나, 50 phon만 2 sone이라는 사실만 보고 2를 고르면 틀린다. 이 문항의 함정은 phon과 sone의 역할이 다르다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

소음의 체감 크기 합성 문제는 먼저 각 phon 값을 sone으로 변환한 뒤, 합성은 sone에서 가산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

40 phon = 1 sone이고, phon이 10 증가할 때마다 sone은 2배가 된다.

NoteBase

문 18. 분배계수(distribution coefficient)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 두 액상 간에 평형상태를 이루면서 용해되어 있는 용질의 농도 비율이다.

② 어떤 용질의 에테르와 물 사이 분배계수가 3인 경우, 그 용질은 에테르보다 물에 세 배 더 많이 용해된다.

③ 옥탄올-물 분배계수는 유기체 내 화학물질 축적을 평가하는 생물농축계수(bioconcentration factor)와 상관관계가 높다.

④ 온도의 영향을 받는다.

정답 2번

출제 포인트

분배계수의 정의와 비의 방향, 그리고 옥탄올-물 분배계수의 환경적 의미를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

분배계수는 서로 섞이지 않는 두 액상 사이에서 평형에 도달했을 때 한 용질이 각 상에 분포한 농도비이다.
에테르-물 분배계수는 통상 에테르상 농도를 물상 농도로 나눈 값으로 이해한다.
옥탄올-물 분배계수는 물질의 소수성과 지질 친화성을 나타내며, 값이 클수록 생물농축 경향도 대체로 커진다.

선지별 해설

① O
두 액상이 평형상태를 이룰 때 용질이 양쪽 상에 어떻게 나뉘어 존재하는지를 농도비로 나타낸 값이라는 설명이므로 옳다.

② X
틀린 부분은 '물에 세 배 더 많이 용해된다'이다.
에테르와 물 사이 분배계수가 3이면 통상 에테르상 농도가 물상 농도보다 3배 크다는 뜻이다.
올바르게는 '그 용질은 물보다 에테르에 세 배 더 많이 분배된다'이다.

③ O
옥탄올-물 분배계수는 물질의 소수성과 유기상 친화성을 나타내므로 유기체의 지질 조직에 축적될 가능성을 가늠하는 생물농축계수와 상관관계가 높다.

④ O
분배계수는 평형 성질이므로 온도 변화에 따라 용해도와 상평형이 달라지면 값도 영향을 받는다.

NoteBase

오답 포인트

②는 숫자 3 자체보다 분배계수의 비의 방향을 바꿔 읽게 만드는 함정이다. 어떤 상의 농도를 분자로 두는지 놓치면 정오 판단이 바로 뒤집힌다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 분배계수가 어느 상의 농도와 어느 상의 농도를 비교한 값인지 본다. 값이 1보다 크면 분자에 놓인 상에 더 많이 분배된다고 읽으면 된다. 옥탄올-물 분배계수는 값이 클수록 소수성과 생물농축 경향이 커진다고 연결하면 된다.

암기 포인트

분배계수는 평형 농도비이고, 에테르-물 값이 크면 에테르 쪽, 옥탄올-물 값이 크면 생물농축 쪽이다.

NoteBase

문 19. 90 dB(A)로 동일한 크기를 갖는 두 개의 소음원과 80 dB(A)의 크기를 갖는 소음원이 한 개 있을 때, 총 음압레벨[dB(A)]은? (단, log3 = 0.48, log7 = 0.84이다)

① 92.2

② 93.2

③ 94.2

④ 95.2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 여러 소음원의 음압레벨을 로그 합산식으로 더해 총 음압레벨을 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 90 dB(A) 소음원 2개, 80 dB(A) 소음원 1개이다.
구해야 할 값: 총 음압레벨이다.
주의할 조건: dB는 로그값이므로 수치를 그대로 더하지 않고 각 소음원의 세기를 더한 뒤 다시 레벨로 환산해야 한다.

사용할 공식

총 음압레벨은 $L_T = 10\log_{10}\left(\sum 10^{L_i/10}\right)$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 dB(A)가 음의 세기를 로그로 나타낸 값이므로, 여러 소음원을 합칠 때는 먼저 세기 $10^{L/10}$로 바꾸어 합산해야 하기 때문이다.

계산 과정

$L_T = 10\log\left(10^{90/10} + 10^{90/10} + 10^{80/10}\right)$
$= 10\log\left(10^9 + 10^9 + 10^8\right) = 10\log\left(2.1 \times 10^9\right)$
$= 10(\log 2.1 + 9)$
$\log 2.1 = \log 21 - 1 = \log 3 + \log 7 - 1 = 0.48 + 0.84 - 1 = 0.32$이다.
따라서 $L_T = 10(9 + 0.32) = 93.2$ dB(A)이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과가 93.2 dB(A)이므로 92.2 dB(A)는 1.0 dB 낮다. 틀린 표현은 총 음압레벨을 92.2 dB(A)로 본 점이며, 올바르게는 93.2 dB(A)이다.
② O: 세 소음원의 세기를 합산하면 총 음압레벨은 93.2 dB(A)가 된다. 90 dB(A) 소음원 2개에 80 dB(A) 소음원 1개를 더한 정확한 합산 결과이므로 옳다.
③ X: 94.2 dB(A)는 80 dB(A) 소음원의 기여를 실제보다 크게 본 값이다. 80 dB(A)는 90 dB(A)보다 세기가 10분의 1이므로 총합은 94 dB(A)를 넘지 않는다. 틀린 표현은 총 음압레벨을 94.2 dB(A)로 본 점이며, 올바르게는 93.2 dB(A)이다.
④ X: 95.2 dB(A)는 dB 값을 산술적으로 더하거나 낮은 레벨 소음원의 영향을 과장한 값이다. dB는 직접 덧셈 대상이 아니므로 이런 값이 나오지 않는다. 틀린 표현은 총 음압레벨을 95.2 dB(A)로 본 점이며, 올바르게는 93.2 dB(A)이다.

오답 포인트

두 개의 90 dB(A) 소음원만 보면 약 93 dB(A)가 되고, 여기에 80 dB(A) 소음원은 10 dB 낮으므로 세기 기준으로 0.1만 더해진다. 이 점을 놓치고 dB를 그대로 더하거나 80 dB(A)의 기여를 과대평가하면 ③, ④ 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

소음레벨 합산 문제는 각 레벨을 $10^{L/10}$ 형태의 세기로 바꾸어 합한 뒤 다시 10log로 환산하면 된다. 큰 소음원보다 10 dB 낮은 소음원은 세기 기여가 10분의 1이라는 점을 함께 판단하면 계산이 빨라진다.

암기 포인트

소음레벨 합산은 dB끼리 더하지 않고 세기를 더한 뒤 다시 dB로 바꾼다. 10 dB 차이는 세기 10배 차이이다.

NoteBase

문 20. 수질분석 결과 $Na^{+} = 69.0 mg/L$, $Mg^{2+} = 36.6 mg/L$, $Ca^{2+} = 100.0 mg/L$일 때, 나트륨흡착비(SAR)는? (단, 원자량은 Na = 23.0, Mg = 24.4, Ca = 40.0이다)

① 0.5

② 1.5

③ 2.5

④ 3.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 각 이온 농도를 meq/L로 환산한 뒤 $SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$ 공식을 적용해 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: Na^{+} = 69.0 mg/L, Mg^{2+} = 36.6 mg/L, Ca^{2+} = 100.0 mg/L이다.
구해야 할 값: 나트륨흡착비 SAR이다.
주의할 조건: mg/L를 바로 대입하면 안 되고, 2가 양이온인 Mg^{2+}, Ca^{2+}는 당량중량으로 meq/L 환산을 해야 한다.

사용할 공식

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$$

이 공식은 관개수의 나트륨 위해도를 평가할 때 Na^{+}와 Ca^{2+}, Mg^{2+}의 상대적인 이온 세기를 비교하는 식이므로, 먼저 각 농도를 meq/L로 바꾼 뒤 적용한다.

계산 과정

1. Na^{+}의 meq/L는 $69.0 \div 23.0 = 3.0$ 이다.
2. Mg^{2+}의 당량중량은 $24.4/2 = 12.2$이므로 $36.6 \div 12.2 = 3.0$ 이다. Ca^{2+}의 당량중량은 $40.0/2 = 20.0$ 이므로 $100.0 \div 20.0 = 5.0$ 이다.
3. 이를 공식에 대입하면 $SAR = \frac{3.0}{\sqrt{(5.0 + 3.0)/2}} = \frac{3.0}{\sqrt{4}} = \frac{3.0}{2.0} = 1.5$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① X
계산 결과가 1.5이므로 0.5는 틀리다. 틀린 값 0.5 → 올바르게는 1.5이다.

② O
Na^+=3.0, Mg^{2+}=3.0, Ca^{2+}=5.0 *meq/L*로 환산해 공식에 대입하면 1.5가 되므로 맞다.

③ X
계산 결과가 1.5이므로 2.5는 틀리다. 틀린 값 2.5 → 올바르게는 1.5이다.

④ X
계산 결과가 1.5이므로 3.5는 틀리다. 틀린 값 3.5 → 올바르게는 1.5이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 원자량과 당량중량을 혼동하는 점이다. Mg^{2+}, Ca^{2+}는 2가 이온이므로 원자량 자체가 아니라 원자량을 2로 나눈 값으로 환산해야 한다. 또한 $(Ca + Mg)/2$에 제곱근을 취하는 구조를 빼먹으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

SAR 문제는 먼저 모든 이온을 *meq/L*로 바꾸고, 그다음 $Ca^{2+} + Mg^{2+}$의 평균에 제곱근을 씌운 뒤 Na^+를 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

SAR는 *Na*를 $(Ca + Mg)/2$의 제곱근으로 나눈 값이며, 2가 이온은 당량중량으로 환산한다.

NoteBase

문 21. 소각 시 다이옥신 생성 기전(mechanism)으로 옳지 않은 것은?

① 투입된 쓰레기 내에 존재하던 다이옥신류가 소각 시 분해되지 않고 배출된다.

② PCBs(polychlorinated biphenyls) 및 CP(chlorophenol) 등의 다이옥신 전구물질이 소각과정에서 반응하여 생성된다.

③ 소각 시 1000°C 이상에서 생성된다.

④ 다이옥신과 유사한 구조를 갖는 유기화합물과 염소공여체(chlorine donor)로부터 생성된다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 소각 과정에서 다이옥신이 어떤 경로와 어떤 온도대에서 생성되거나 분해되는지를 구분하는 문제이다. 다이옥신의 배출 경로는 크게 세 가지로 정리되는데, 첫째 폐기물 자체에 들어 있던 다이옥신이 분해되지 않고 그대로 배출되는 경우, 둘째 전구물질이 반응하여 생성되는 경우, 셋째 비산재에서 de novo 합성으로 재생성되는 경우이다.

핵심 개념

전구체 경로는 chlorophenol, chlorobenzene, PCB 같은 염소화 방향족 화합물이 반응하여 다이옥신을 만드는 경로이다.
de novo 합성은 비산재의 탄소질, 염소, 금속 촉매가 관여하여 연소 후단의 비교적 낮은 온도 영역에서 다이옥신이 재생성되는 경로이다.
폐기물 내 잔존 경로는 투입된 쓰레기에 이미 들어 있던 다이옥신이 소각 시 완전히 분해되지 못하고 배출되는 경로이다.
충분한 고온 연소 구간은 생성 구간이 아니라 오히려 기존 다이옥신을 분해하는 구간이다. 따라서 1000°C 이상의 고온 자체는 생성 조건이 아니라 분해 조건에 해당한다.

NoteBase

선지별 해설

① O 투입된 쓰레기에 이미 존재하던 다이옥신이 소각 시 분해되지 않고 배출되는 경로는 다이옥신 배출 기전의 하나로 인정되는 진술이며, 사실 자체가 거짓이 아니다. 소각로의 온도와 체류시간이 불충분하면 폐기물에 함유된 다이옥신이 그대로 빠져나갈 수 있으므로 옳은 설명이다.
② O PCB와 chlorophenol 같은 염소화 유기물은 대표적인 다이옥신 전구물질이다. 이런 전구체가 소각 과정에서 반응하여 PCDD/F를 생성할 수 있으므로 옳다.
③ X 다이옥신은 1000°C 이상에서 주로 생성되는 것이 아니라, 일반적으로 연소 후단의 200~450°C 부근에서 생성이 활발하고 약 300°C 부근이 중요한 형성 영역으로 알려져 있다. 1000°C 이상은 충분한 체류시간과 혼합이 있으면 오히려 분해 조건에 가깝다. 따라서 "1000°C 이상에서 생성된다"는 진술은 사실 자체가 틀린 유일한 선지이며, 가장 옳지 않은 것으로서 정답이 된다. 올바르게는 "저온의 후연소 구간에서 재생성되며, 고온 구간에서는 분해가 우세하다"이다.
④ O 다이옥신과 유사한 구조를 가진 유기화합물과 염소공여체로부터 생성될 수 있다는 설명은 전구체 생성 메커니즘을 말한다. 염소화 방향족 화합물과 염소원이 존재하면 다이옥신 형성이 촉진될 수 있으므로 옳다.

오답 포인트

소각이라는 단어만 보고 고온에서 다이옥신이 더 잘 생긴다고 연결하면 ③에 끌리기 쉽다. 이 문항의 함정은 "고온 연소 구간"과 "연소 후단의 저온 재생성 구간"을 뒤섞는 데 있다. ①은 생성보다는 배출에 가까운 경로처럼 보이지만 진술 자체가 사실이므로 틀린 선지가 아니며, 온도 조건이 명백히 거짓인 ③만이 옳지 않은 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

다이옥신 문항은 먼저 생성인지 분해인지부터 구분하고, 다음으로 전구체 경로인지 de novo 합성인지 확인하면 된다. 온도가 800~1000°C 이상이면 대체로 분해 쪽, 200~450°C 후단 구간이면 생성 쪽으로 판단한다.

암기 포인트

다이옥신은 고온에서 분해되고, 저온 후단에서 재생성되며, PCB·chlorophenol은 전구체가 된다.

NoteBase

문 22. 유기물의 혐기성 분해에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 가수분해반응은 혐기성 분해의 첫 단계이다.

② 가수분해반응에서 고분자 유기물인 단백질은 저분자 유기산인 아미노산으로 분해된다.

③ 메탄생성반응은 혐기성 분해의 가장 마지막 단계이다.

④ 혐기성 소화조에서는 이산화탄소가 메탄보다 많이 발생한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 혐기성 소화의 단계와 바이오가스 조성을 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

혐기성 분해는 가수분해, 산생성, 아세트산생성, 메탄생성의 순서로 진행된다. 가수분해는 고분자 유기물을 저분자 물질로 바꾸는 시작 단계이고, 메탄생성은 최종적으로 바이오가스를 만드는 마지막 단계이다.

선지별 해설

① O. 가수분해반응은 혐기성 분해의 첫 단계에서 단백질, 탄수화물, 지질 같은 고분자 유기물을 더 작은 분자로 쪼개는 과정이므로 맞다.
② O. 단백질은 가수분해를 거치면 펩타이드와 아미노산 같은 저분자 유기물로 분해되므로 맞다.
③ O. 메탄생성반응은 앞 단계에서 만들어진 아세트산, 수소, 이산화탄소 등을 이용해 메탄을 생성하는 최종 단계이므로 맞다.
④ X. 틀린 부분은 "이산화탄소가 메탄보다 많이"이다. 혐기성 소화조의 바이오가스는 일반적으로 메탄 비율이 더 높고 이산화탄소가 그다음이므로, 올바르게는 "혐기성 소화조에서는 일반적으로 메탄이 이산화탄소보다 많이 발생한다"이다.

오답 포인트

메탄생성 단계에서 이산화탄소도 함께 존재한다는 점만 기억하고 바이오가스의 주성분 비율을 거꾸로 외우면 ④를 옳은 문장으로 착각하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

혐기성 소화 문제는 단계의 순서와 각 단계의 산물을 분리해서 판단한다. 고분자를 저분자로 바꾸면 가수분해, 최종 가스 조성을 묻으면 메탄 우세 여부를 먼저 확인하면 된다.

암기 포인트

가수분해는 시작 단계, 메탄생성은 마지막 단계, 바이오가스는 메탄 우세이다.

NoteBase

문 23. 다음 조건에서 혐기성 소화조 부피[m^3]와 수리학적 체류시간[day]을 바르게 연결한 것은?

◯ 슬러지 고형물 농도: 3\%
◯ 슬러지 유입량(건조중량기준): 1,500 kg/day
◯ 고형물 용적부하: 3 $kg/(m^3 \cdot day)$
◯ 슬러지 비중: 1

① 혐기성 소화조 부피: 250, 수리학적 체류시간: 3
② 혐기성 소화조 부피: 250, 수리학적 체류시간: 5
③ 혐기성 소화조 부피: 500, 수리학적 체류시간: 8
④ 혐기성 소화조 부피: 500, 수리학적 체류시간: 10

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 고형물 용적부하로 혐기성 소화조 부피를 구한 뒤, 슬러지 고형물 농도와 비중으로 유입유량을 환산하여 수리학적 체류시간을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 슬러지 고형물 농도: 3%
- 슬러지 유입량(건조중량기준): 1, 500kg/day
- 고형물 용적부하: 3 kg/(m^3·day)
- 슬러지 비중: 1

구해야 할 값:
- 혐기성 소화조 부피
- 수리학적 체류시간

주의할 조건:
- 1, 500kg/day는 건조고형물량이므로 먼저 소화조 부피 산정에 쓰고, 체류시간 계산을 위해서는 3% 농도로 전체 슬러지 유량을 환산해야 한다.
- 슬러지 비중 1은 밀도를 물과 같게 보아 1, 000kg/m^3로 환산할 수 있다는 뜻이다.

NoteBase

사용할 공식

소화조 부피는 고형물 용적부하식 $L_v = \frac{W}{V}$에서 구한다.
$V = \frac{W}{L_v}$
수리학적 체류시간은 $\theta = \frac{V}{Q}$를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유:
- 고형물 용적부하 $3kg/(m^3 \cdot day)$가 직접 주어졌으므로 건조고형물 유입량 W와 소화조 부피 V의 관계를 바로 세울 수 있다.
- 수리학적 체류시간은 소화조 부피를 실제 슬러지 유입유량 Q로 나눈 값이므로, 3% 고형물 농도와 비중 1을 이용해 유량을 먼저 구해야 한다.

계산 과정

1. 소화조 부피를 구한다.
$V = \frac{1,500}{3} = 500m^3$
2. 고형물 농도 3%로부터 총 슬러지 질량유량을 구한다.
총 슬러지 질량유량 = (1,500)/(0.03) = 50,000 kg/day
3. 슬러지 비중이 1이므로 밀도는 약 $1,000kg/m^3$이다. 따라서 유량은
$Q = \frac{50,000}{1,000} = 50m^3/day$
4. 수리학적 체류시간을 구한다.
$\theta = \frac{500}{50} = 10day$
따라서 혐기성 소화조 부피는 $500m^3$, 수리학적 체류시간은 10 day이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- "혐기성 소화조 부피 250"이 틀렸고, 올바르게는 500m^{3}이다. 고형물 용적부하가 $3kg/(m^3 \cdot day)$이고 건조고형물 유입량이 1, 500kg/day이므로 부피는 1, 500/3 = 500이다.
- "수리학적 체류시간 3"도 틀렸고, 올바르게는 10 day이다. 3% 농도와 비중 1을 적용하면 유입유량은 50m^3/day이므로 체류시간은 500/50 = 10이다.

② X
- "혐기성 소화조 부피 250"이 틀렸고, 올바르게는 500m^{3}이다. 부피를 절반으로 잡을 근거가 문제 조건에 없다.
- "수리학적 체류시간 5"도 틀렸고, 올바르게는 10 day이다. 체류시간은 정답 부피 500m^{3}를 써야 하므로 250/50 = 5처럼 계산하면 전 단계 부피 계산부터 잘못된 것이다.

③ X
- "혐기성 소화조 부피 500"은 맞다. 고형물 용적부하식으로 바로 500m^{3}가 나온다.
- "수리학적 체류시간 8"이 틀렸고, 올바르게는 10 day이다. 유입유량은 50m^3/day이므로 체류시간은 반드시 500/50 = 10이 된다.

④ O
- 혐기성 소화조 부피 500m^3, 수리학적 체류시간 10 day가 모두 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

건조고형물 유입량 1, 500kg/day를 바로 유량으로 착각하면 체류시간이 틀어진다. 이 문제의 함정은 3% 고형물 농도를 이용해 총 슬러지량으로 환산해야 한다는 점과, 비중 1을 이용해kg/day를m^3/day로 바꾸어야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 슬러지 처리 문제는 건조고형물량으로 먼저 부피를 구하고, 농도와 비중으로 실제 유량을 환산한 뒤 체류시간을 계산하는 순서로 판단한다. 고형물 관련 값과 수리학적 유량 값을 섞지 않으면 오답을 피할 수 있다.

암기 포인트

고형물 용적부하로 부피를 구하고, $\theta = V/Q$에서 Q는 농도와 비중으로 환산한 실제 슬러지 유량이라는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 24. 「대기오염공정시험기준」상 오염물질과 측정 가능한 시험방법의 연결이 옳지 않은 것은?

① 아황산가스 - 자외선 형광법

② 질소산화물 - 흡광광도법(살츠만법)

③ 일산화탄소 - 자외선 광도법

④ 오존 - 화학발광법

정답 3번

쟁점

이 문제는 「대기오염공정시험기준」에서 오염물질별로 허용되는 측정방법의 연결을 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

용어 풀이

대기오염공정시험기준은 오염물질별 공인 시험방법을 정한 행정규칙이다.
비분산적외선분석법은 기체가 특정 적외선을 흡수하는 성질로 농도를 재는 방법이다.
살츠만법은 질소산화물을 발색시켜 흡광도로 정량하는 방법이다.
화학발광법은 반응 과정에서 나오는 빛의 세기로 농도를 재는 방법이다.

핵심 구분

아황산가스에는 자외선형광법이 가능하고, 질소산화물에는 흡광광도법(살츠만법)이 가능하다. 오존에는 자외선광도법이 주시험법으로 쓰이고, 오존과 에틸렌의 반응에서 나오는 발광을 이용하는 화학발광법도 측정방법으로 함께 등재되어 있다. 반면 일산화탄소는 적외선을 흡수하는 성질을 이용하는 비분산적외선분석법으로 측정하며, 자외선광도법은 오존의 측정원리이지 일산화탄소의 측정원리가 아니다.

선지별 해설

1번 O: 환경대기 중 아황산가스 자동측정법으로 자외선형광법이 제시된다. 아황산가스와 자외선형광법의 연결은 옳다.
2번 O: 질소산화물은 화학발광법만 가능한 것이 아니라 흡광광도법(살츠만법)도 공정시험기준상 가능한 방법이다. 따라서 연결이 틀렸다고 볼 수 없다.
3번 X: 일산화탄소는 적외선 흡수를 이용하는 비분산적외선분석법으로 측정하는 것이 공정시험기준의 방법이다. 선지의 '자외선광도법'은 오존의 측정원리이므로 일산화탄소와의 연결은 틀렸다. 올바른 표현은 '일산화탄소 - 비분산적외선분석법'이다.
4번 O: 오존은 자외선광도법이 주시험법으로 잘 알려져 있지만, 오존이 에틸렌과 반응할 때 나오는 발광의 세기가 오존 농도에 비례하는 원리를 이용하는 화학발광법도 공정시험기준에 측정방법으로 등재되어 있다. 따라서 이 연결도 옳다.

NoteBase

오답 포인트

오존은 자외선광도법만 있다고 단정하거나, 질소산화물은 화학발광법만 있다고 좁게 외우면 2번이나 4번을 오답으로 착각하기 쉽다. 이 문항의 함정은 대표 방법 하나만 기억한 상태에서 '측정 가능한 시험방법'이라는 표현을 놓치는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 연결이 공정시험기준에 실제로 등재된 방법인지부터 본다. 한 오염물질에 여러 시험방법이 병존할 수 있으므로 가장 유명한 방법 하나만 떠올리지 말고, 해당 방법이 허용 목록에 포함되는지만 판단하면 된다.

암기 포인트

CO는 적외선, SO2는 자외선형광, NOx는 살츠만·화학발광, O3는 자외선광도·화학발광으로 정리된다.

NoteBase

문 25. 입자상물질에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 매연(smoke)이란 연소할 때에 생기는 유리(遊離) 탄소가 주가 되는 미세한 입자상물질을 말한다.

② 훈연(fume)은 유기물의 불완전 연소 또는 열분해에 의해 발생하는 유리탄소가 응결한 물질이다.

③ 검댕(soot)은 용융된 광물질이 휘발하여 생긴 가스상물질이 승화, 증류 또는 응축할 때 생성되는 고체 입자이다.

④ 스모그(smog)는 매연(smoke)와 먼지(dust)의 합성어이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 입자상물질의 대표 분류인 smoke, fume, soot, smog의 정의와 구별 기준을 묻는 문제이다.

핵심 개념

smoke는 연소 과정에서 생기는 미세 입자상물질로서 자유탄소 등 연소 생성 입자가 중심이다.
fume은 금속 등 고체 물질이 고온에서 기화된 뒤 냉각되면서 응결한 매우 미세한 고체 입자이다.
soot는 유기물의 불완전 연소에서 생기는 검은 탄소질 미세입자이다.
smog는 smoke와 fog가 결합한 말로서 연기와 안개가 섞인 대기오염 상태를 뜻한다.

선지별 해설

① O: 매연(smoke)은 연소 시 발생하는 미세 입자상물질을 말하며 자유탄소가 주성분으로 설명되는 경우가 많다. 선지의 설명은 smoke의 정의에 부합한다.
② X: 틀린 부분은 "유기물의 불완전 연소 또는 열분해에 의해 발생하는 유리탄소가 응결한 물질"이라는 부분이다. 이는 soot 또는 탄소성 연소입자에 가까운 설명이다. fume은 금속 등 고체가 기화한 뒤 냉각·응결하여 생긴 미세 고체 입자이다.
③ X: 틀린 부분은 "검댕(soot)은 용융된 광물질이 휘발하여 생긴 가스상물질이 승화, 증류 또는 응축할 때 생성되는 고체 입자"라는 부분이다. 이 설명은 fume의 정의에 해당한다. soot는 유기물의 불완전 연소로 생기는 탄소질 미세입자이다.
④ X: 틀린 부분은 "매연(smoke)와 먼지(dust)의 합성어"라는 부분이다. smog는 smoke와 fog의 합성어이다. 먼지(dust)는 기계적 파쇄나 비산으로 생기는 입자라는 점에서 smog의 어원과 다르다.

오답 포인트

fume과 soot의 생성 메커니즘을 서로 뒤바꾸면 오답이 된다. 기화 후 냉각·응결이면 fume이고, 불완전 연소로 생긴 탄소질 입자이면 soot이다. 또한 smog의 어원을 smoke+dust로 착각하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

입자상물질 문제는 먼저 생성 원인을 본다. 연소 생성 입자이면 smoke 또는 soot, 기화 후 응결이면 fume, 기계적 비산이면 dust, 연기와 안개의 복합 대기오염이면 smog로 판단한다.

암기 포인트

smoke는 연소, soot는 불완전 연소 탄소, fume은 기화 후 응결, smog는 smoke+fog이다.

NoteBase