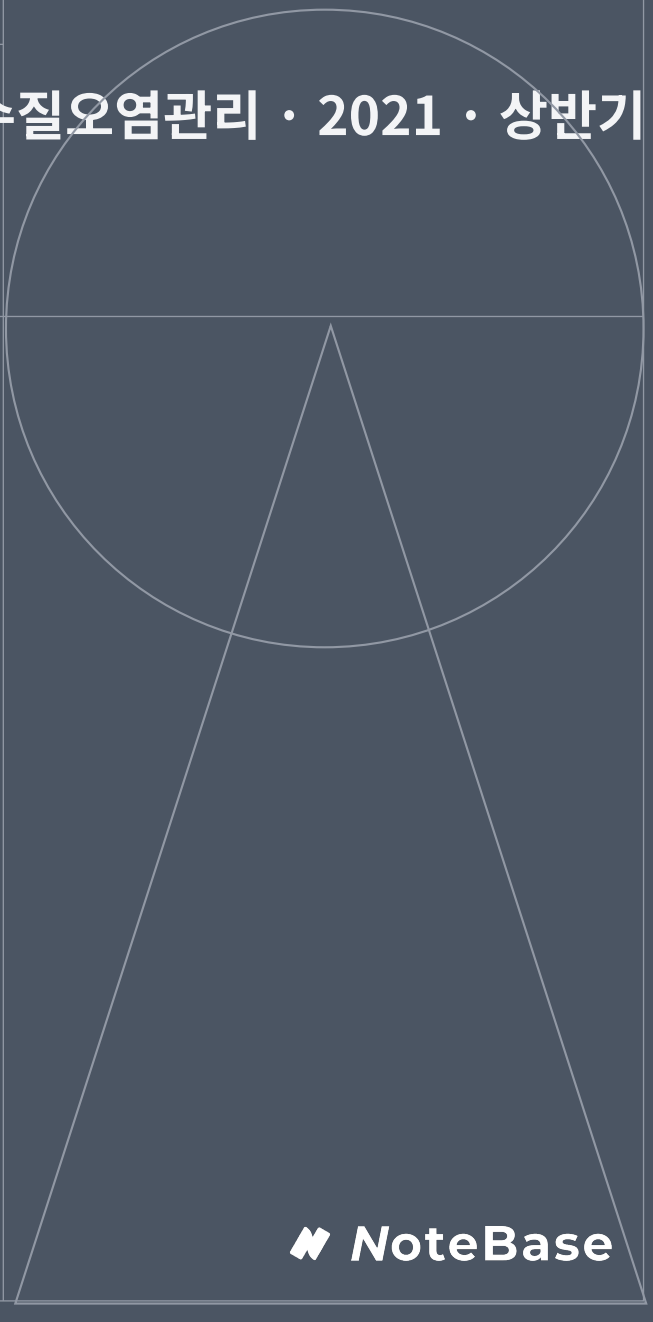
# 기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 7급 · 수질오염관리 · 2021 · 상반기



NoteBase

# 기출OX 해설집

## 공무원/해경/일반직 7급 · 수질오염관리 · 2021 · 상반기

**공무원/해경/일반직 7급 · 수질오염관리 · 2021 · 상반기**

**문 1. 어느 폐수의 COD가 최종 BOD($BOD_u$)의 3배일 때 다음 설명 중 가장 옳은 것은?**

① 모든 유기물이 생물학적으로 분해 가능하다.

② 생물학적으로 분해 가능한 부분과 분해 불가능한 부분이 같다.

③ 생물학적으로 분해 가능한 부분이 분해 불가능한 부분보다 많다.

④ 생물학적으로 분해 불가능한 부분이 분해 가능한 부분보다 많다.

**정답 4번**

**출제 포인트**

COD를 생물학적으로 분해 가능한 유기물의 산소요구량과 분해 불가능한 유기물의 산소요구량으로 나누어 두 부분의 크기를 비교하는 문제이다.

**조건 정리**

최종 BOD인 $BOD_u$는 생물학적으로 분해 가능한 유기물을 완전히 분해할 때 필요한 산소량을 나타낸다. COD는 화학적으로 산화되는 전체 유기물에 해당하는 산소요구량으로 본다.
주어진 관계는 $COD = 3BOD_u$이다.

**사용할 공식**

생물학적으로 분해 불가능한 부분의 산소요구량을 $COD - BOD_u$로 계산한다.
이 식을 쓰는 이유는 $BOD_u$가 COD 중 생물학적으로 분해 가능한 부분에 해당하므로, COD에서 이를 뺀 나머지가 생물학적으로 분해 불가능한 부분이기 때문이다.

**계산 과정**

$BOD_u = x$라고 두면 $COD = 3x$이다.
생물학적으로 분해 불가능한 부분은 $COD - BOD_u = 3x - x = 2x$이다.
따라서 분해 불가능한 부분 $2x$가 분해 가능한 부분 $x$보다 많으며, 정확히 2배이다.

NoteBase

**선지 판단**

① X — 모든 유기물이 생물학적으로 분해 가능하다면 $COD$와 $BOD_u$가 같아야 하지만, 여기서는 $COD = 3BOD_u$이다. 올바르게는 생물학적으로 분해 불가능한 부분도 존재한다.
② X — 분해 가능한 부분은 $x$, 분해 불가능한 부분은 $2x$이므로 두 부분은 같지 않다. 올바르게는 분해 불가능한 부분이 분해 가능한 부분의 2배이다.
③ X — 분해 가능한 부분 $x$보다 분해 불가능한 부분 $2x$이 더 많다. 올바르게는 생물학적으로 분해 불가능한 부분이 더 많다.
④ O — 분해 불가능한 부분은 $2x$, 분해 가능한 부분은 $x$이므로 분해 불가능한 부분이 더 많다.

**오답 포인트**

$COD : BOD_u = 3 : 1$을 곧바로 분해 불가능한 부분과 분해 가능한 부분의 비로 착각하기 쉽다. 분해 불가능한 부분은 COD 전체가 아니라 $COD - BOD_u$이므로 실제 비는 2 : 1이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

$BOD_u$를 분해 가능한 부분으로 두고, 분해 불가능한 부분은 $COD - BOD_u$로 구한 뒤 두 값을 비교한다.

**암기 포인트**

분해 가능 부분은 $BOD_u$, 분해 불가능 부분은 $COD - BOD_u$이다.

NoteBase

**문 2. 미생물 세포의 비증식속도를 나타내는 다음의 식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?**

$$\mu = \mu_{max} \times \frac{[S]}{[S] + K_s}$$

① $\mu_{max}$는 최대비증식속도로 시간$^{-1}$ 단위이다.

② $\mu = \mu_{max}$인 경우, 반응속도가 기질농도에 비례하는 1차 반응을 의미한다.

③ $K_s$는 반속도상수로서 최대성장률이 1/2일 때의 기질의 농도이다.

④ $[S]$는 제한기질 농도이고, 단위는 mg/L이다.

**정답 2번**

**출제 포인트**

모노드(Monod) 식에서 최대비증식속도, 반속도상수, 제한기질 농도의 의미와 기질 농도에 따른 반응 차수를 판단하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 식은 $\mu = \mu_{max}\frac{[S]}{[S] + K_s}$이다. $\mu$는 실제 비증식속도, $\mu_{max}$는 최대비증식속도, $[S]$는 제한기질 농도, $K_s$는 반속도상수이다.

**사용할 공식**

$\mu = \mu_{max}\frac{[S]}{[S] + K_s}$

$[S] = K_s$이면 $\mu = \mu_{max}/2$이다. 또한 $[S] \ll K_s$이면 $\mu \approx (\mu_{max}/K_s)[S]$이므로 기질 농도에 비례하는 1차 반응이고, $[S] \gg K_s$이면 $\mu \approx \mu_{max}$이므로 기질 농도와 거의 무관한 0차 반응이다.

**선지 판단**

① O — $\mu_{max}$는 단위 미생물량당 최대 증식속도인 최대비증식속도이며, 비증식속도의 차원은 시간의 역수이므로 단위는 $time^{-1}$이다.

② X — $\mu = \mu_{max}$는 기질이 충분하여 미생물의 증식속도가 포화된 상태를 뜻한다. 이때 속도는 기질농도에 비례하지 않고 거의 일정하므로 0차 반응으로 본다. 틀린 표현인 '기질농도에 비례하는 1차 반응'은 '기질농도와 거의 무관한 0차 반응'으로 고쳐야 한다.

③ O — $[S] = K_s$를 식에 대입하면 $\mu = \mu_{max}/2$가 된다. 따라서 $K_s$는 비증식속도가 최대비증식속도의 절반일 때의 기질 농도인 반속도상수이다.

④ O — $[S]$는 미생물 성장을 제한하는 기질의 농도이며, 농도 단위로 $mg/L$를 사용할 수 있다.

NoteBase

**오답 포인트**

②는 최대속도라는 말 때문에 기질농도와 속도가 함께 증가하는 1차 반응으로 오해하게 만든다. 모노드 식에서는 낮은 기질농도 구간이 1차이고, 높은 기질농도의 포화 구간이 0차이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 $[S]$와 $K_s$의 크기를 비교한다. $[S] \ll K_s$이면 1차, $[S] = K_s$이면 최대비증식속도의 절반, $[S] \gg K_s$이면 최대비증식속도에 가까운 0차로 판단한다.

**암기 포인트**

저농도는 1차, $K_s$에서는 절반, 고농도 포화는 0차이다.

NoteBase

**문 3. 다음 중 비소(As)가 함유된 폐수처리방법으로 가장 적당한 것은?**

① 황화물침전법

② 아말감법

③ 알칼리 염소법

④ 수산화물 공침법

**정답 4번**

**출제 포인트**

비소 함유 폐수의 대표적인 처리법과 수은·시안 함유 폐수의 처리법을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

비소는 철염이나 알루미늄염을 넣어 생성한 수산화물 플록에 흡착·공침시킨 뒤 침전 분리할 수 있다. 특히 철 수산화물과의 공침은 비소 제거에 효과적이다.
황화물 침전과 아말감법은 주로 수은 처리와 연결되고, 알칼리 염소법은 시안을 산화·분해하는 처리법이다.

**선지별 해설**

① X — 황화물침전법은 금속 이온을 난용성 황화물로 만들어 침전시키는 방법으로, 대표적으로 수은 함유 폐수 처리에 적용된다. 틀린 부분은 이를 비소 폐수의 가장 적당한 방법으로 본 점이며, 올바르게는 비소 폐수에는 수산화물 공침법이 적합하다.
② X — 아말감법은 수은을 다른 금속과 합금인 아말감으로 만들어 안정화하거나 회수하는 방법이다. 틀린 부분은 비소 처리법으로 연결한 점이며, 올바르게는 수은 함유 폐수의 처리법이다.
③ X — 알칼리 염소법은 알칼리성에서 염소 또는 차아염소산염으로 시안을 시안산염 등으로 산화·분해하는 방법이다. 틀린 부분은 비소 처리법으로 연결한 점이며, 올바르게는 시안 함유 폐수의 대표적인 처리법이다.
④ O — 철염이나 알루미늄염에서 생긴 수산화물 플록이 비소를 흡착하고 함께 침전하므로 수산화물 공침법이 가장 적당하다.

**오답 포인트**

①과 ②가 모두 수은 처리와 관련되어 있어 중금속 처리법이라는 이유만으로 비소에도 그대로 적용된다고 판단하기 쉽다. 이 문항은 대상 물질별 대표 처리법의 연결을 묻는다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

오염물질을 먼저 확인한 뒤 대표 처리 원리를 연결한다. 비소는 철·알루미늄 수산화물과의 공침, 수은은 황화물 침전·아말감, 시안은 알칼리 염소 산화로 구분한다.

NoteBase

**암기 포인트**

비소는 수산화물 공침, 수은은 황화물·아말감, 시안은 알칼리 염소법이다.

NoteBase

**문 4. 다음은 기체크로마토그래피법을 적용하여 석유계 총탄화수소를 측정할 때의 원리이다. ( ) 안에 들어갈 내용으로 가장 옳은 것은?**

시료 중의 제트유, 등유, 경유, 벙커C유, 윤활유, 원유 등을 ( )(으)로 추출하여 기체크로마토그래피법에 따라 확인 및 정량한다.

① 클로로폼

② 사염화탄소

③ 다이클로로메탄

④ 노말헥산 + 에탄올

**정답 3번**

**출제 포인트**

석유계 총탄화수소를 기체크로마토그래피법으로 측정할 때 시료에서 유류 성분을 추출하는 용매가 다이클로로메탄임을 묻는 문제이다.

**핵심 개념**

석유계 총탄화수소는 제트유, 등유, 경유, 벙커C유, 윤활유, 원유 등에 포함된 여러 탄화수소 성분을 총량으로 나타낸 것이다. 이 시험에서는 시료의 유류 성분을 다이클로로메탄으로 추출한 뒤 기체크로마토그래피로 확인하고 정량한다.

**선지별 해설**

① X — 클로로폼은 이 시험에서 규정한 추출용매가 아니다. 틀린 표현은 '클로로폼'이며, 올바르게는 '다이클로로메탄'이다.
② X — 사염화탄소는 이 시험에서 규정한 추출용매가 아니다. 틀린 표현은 '사염화탄소'이며, 올바르게는 '다이클로로메탄'이다.
③ O — 다이클로로메탄으로 제트유·등유·경유·벙커C유·윤활유·원유 등의 유류 성분을 추출한 후 기체크로마토그래피로 확인·정량한다.
④ X — 노말헥산과 에탄올의 혼합액은 이 시험에서 규정한 추출용매가 아니다. 틀린 표현은 '노말헥산 + 에탄올'이며, 올바르게는 '다이클로로메탄'이다.

**오답 포인트**

①과 ②도 유기용매이고 ④에는 유류 분석에서 익숙한 노말헥산이 들어 있어 혼동하기 쉽다. 그러나 이 문항은 일반적인 용해 가능성이 아니라 석유계 총탄화수소 기체크로마토그래피법에 정해진 추출용매를 묻는다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

‘제트유·등유·경유·벙커C유·윤활유·원유를 추출하여 기체크로마토그래피로 정량’이라는 문구가 나오면 석유계 총탄화수소 시험으로 보고 추출용매를 다이클로로메탄으로 판단한다.

**암기 포인트**

석유계 총탄화수소의 기체크로마토그래피 분석: 다이클로로메탄 추출 → 기체크로마토그래피 확인·정량이다.

NoteBase

**문 5. 유역면적이 $1.2\text{km}^2$, 유출계수가 0.2인 산림지역의 강우강도가 2.5 mm/min일 때 우수유출량($\text{m}^3/\text{sec}$)은?**

① 5

② 10

③ 15

④ 20

**정답 2번**

### 출제 포인트

유역면적, 유출계수, 강우강도로부터 합리식을 적용해 우수유출량을 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: 유역면적 $A = 1.2\text{km}^2$, 유출계수 $C = 0.2$, 강우강도 $i = 2.5\text{mm/min}$이다.
구해야 할 값: 우수유출량 $Q$를 $\text{m}^3/\text{sec}$ 단위로 구한다.
주의할 조건: 면적은 $\text{m}^2$, 강우강도는 m/sec로 환산해야 한다.

### 사용할 공식

합리식은 $Q = CiA$이다. 강우강도가 유역에 균일하게 작용하고 그중 유출되는 비율을 유출계수로 반영하므로 이 공식을 사용한다.

### 계산 과정

1. 유역면적을 환산하면 $1.2\text{km}^2 = 1.2 \times 10^6\text{m}^2$이다.
2. 강우강도를 환산하면 $2.5\text{mm/min} = 2.5 \times 10^{-3}\text{m}/60\text{sec}$이다.
3. 합리식에 대입하면 $Q = 0.2 \times \frac{2.5 \times 10^{-3}}{60} \times 1.2 \times 10^6 = 10\text{m}^3/\text{sec}$이다.

### 선지 판단

① X — 5는 계산 결과와 일치하지 않는다. 5가 아니라 $10\text{m}^3/\text{sec}$이다.
② O — 합리식으로 계산한 우수유출량이 $10\text{m}^3/\text{sec}$이므로 옳다.
③ X — 15는 계산 결과와 일치하지 않는다. 15가 아니라 $10\text{m}^3/\text{sec}$이다.
④ X — 20은 계산 결과와 일치하지 않는다. 20이 아니라 $10\text{m}^3/\text{sec}$이다.

### 오답 포인트

강우강도의 mm/min을 m/sec로 바꿀 때 1,000으로 나누는 길이 환산과 60으로 나누는 시간 환산을 모두 해야 한다. 유역면적도 $\text{km}^2$에서 $\text{m}^2$로 바꿀 때 $10^6$을 곱해야 한다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

우수유출량 문제에서는 먼저 $Q = CiA$를 세우고, 강우강도와 면적의 단위를 각각 초와 미터 기준으로 통일한 뒤 대입한다.

**암기 포인트**

합리식은 '유출량 = 유출계수 × 강우강도 × 유역면적', 즉 $Q = CiA$이다.

NoteBase

**문 6. 해수담수화 시설 중 역삼투 설비에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?**

① 해수담수화 시설에서 생산된 물의 pH나 경도는 약품 주입 등을 통해 적절히 조정한다.

② 막모듈은 플러싱과 약품 세척 등을 조합하여 세척한다.

③ 고압펌프를 정지할 때에는 드로백(Draw-back)이 유지되도록 체크밸브를 설치하여야 한다.

④ 고압펌프를 효율과 내식성이 좋은 기종으로 하며 그 형식은 시설규모 등에 따라 선정한다.

**정답 3번**

**출제 포인트**

해수담수화 역삼투 설비의 고압펌프, 막모듈 세척, 생산수 수질 조정 및 드로백 대책을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

역삼투 설비는 해수의 삼투압보다 높은 압력을 가하여 물을 막을 통해 분리하는 시설이다. 고압펌프 정지 시 발생하는 드로백에는 필요에 따라 드로백수조를 설치하여 대처하며, 체크밸브로 드로백을 유지하는 것이 아니다.

**선지별 해설**

① O
역삼투 처리수는 pH와 경도가 낮을 수 있으므로 필요에 따라 약품을 주입하거나 다른 물과 혼합하여 수질을 적절히 조정한다.

② O
막에 쌓인 오염물질을 제거하고 성능을 회복하기 위해 플러싱과 약품 세척 등을 조합하여 막모듈을 세척한다.

③ X
틀린 표현은 '드로백이 유지되도록 체크밸브를 설치한다'이다. 드로백은 고압펌프 정지 시 발생할 수 있는 역류·흡입 현상으로, 유지할 대상이 아니라 대처할 현상이다. 올바르게는 필요에 따라 드로백수조를 설치하여 드로백에 대처한다.

④ O
고압펌프는 에너지 손실과 해수에 의한 부식을 줄일 수 있도록 효율과 내식성이 좋은 기종을 사용하고, 시설규모 등의 조건에 맞추어 형식을 선정한다.

**오답 포인트**

③은 체크밸브가 역류 방지에 쓰인다는 일반적 기능을 이용해 그럴듯하게 만든 선지이다. 그러나 이 문항에서 드로백은 유지해야 할 상태가 아니며, 역삼투 설비의 드로백 대책은 필요에 따른 드로백수조 설치이다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

역삼투 설비의 운전 정지 대책을 묻는 경우 '고압펌프 정지 → 드로백 발생 → 필요 시 드로백수조 설치'의 연결로 판단한다. 생산수는 pH·경도 조정, 막모듈은 플러싱·약품 세척, 고압펌프는 효율·내식성과 시설규모를 기준으로 구분한다.

**암기 포인트**

펌프 정지의 드로백은 유지가 아니라 대처이며, 필요 시 드로백수조를 설치한다.

NoteBase

**문 7. 하천 및 호소에서 어패류의 섭취 및 물놀이 등의 행위를 제한할 수 있는 권고기준으로 가장 적합한 것은?**

◯ 어패류의 섭취 제한 권고기준
: 어패류 체내에 총수은(Hg)이 ( ㉠ ) 이상인 경우
◯ 물놀이 등의 제한 권고기준
: 대장균이 ( ㉡ ) 이상인 경우

① ㉠ 0.1 (mg/kg), ㉡ 300 (개체수/100 mL)
② ㉠ 0.1 (mg/kg), ㉡ 500 (개체수/100 mL)
③ ㉠ 0.3 (mg/kg), ㉡ 300 (개체수/100 mL)
④ ㉠ 0.3 (mg/kg), ㉡ 500 (개체수/100 mL)

**정답 4번**

**쟁점**

이 문제는 오염된 하천·호소에서 어패류 섭취와 수영 등 물놀이의 제한을 권고할 수 있는 기준에 관한 문제이다. 핵심은 대상 행위별 오염 항목과 기준값을 정확히 연결하는 것이다.

**용어 풀이**

행위제한 권고기준은 공공수역의 오염으로 사람의 건강이나 생활에 미치는 영향이 큰 경우 특정 행위를 제한하도록 권고할 때 적용하는 기준이다.

**핵심 구분**

「물환경보전법 시행령」 제29조제2항 및 별표 5에 따르면 어패류 등 섭취는 어패류 체내 총수은이 $0.3 mg/kg$ 이상일 때, 수영 등 물놀이는 대장균이 100 $mL$당 500개체 이상일 때 행위제한 권고기준에 해당한다. 따라서 ㉠은 0.3, ㉡은 500이다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X
㉠을 0.1*mg/kg*으로 제시하여 틀리다.
틀린 표현: ㉠ 0.1*mg/kg*
올바른 표현: ㉠ 0.3*mg/kg*

② X
㉡의 100 *mL*당 500개체는 맞지만, ㉠을 0.1*mg/kg*으로 제시하여 틀리다.
틀린 표현: ㉠ 0.1*mg/kg*
올바른 표현: ㉠ 0.3*mg/kg*

③ X
㉠의 0.3*mg/kg*은 맞지만, ㉡을 100 *mL*당 300개체로 제시하여 틀리다.
틀린 표현: ㉡ 100 *mL*당 300개체
올바른 표현: ㉡ 100 *mL*당 500개체

④ O
㉠ 0.3*mg/kg*과 ㉡ 100 *mL*당 500개체가 모두 행위제한 권고기준과 일치한다.

**오답 포인트**

총수은 기준의 0.3을 0.1과 혼동하거나, 대장균 기준의 500을 300과 혼동하기 쉽다. 두 값 중 하나만 맞는 ②·③이 함정이며, 두 기준값이 모두 맞아야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

대상 행위를 먼저 구분한 뒤 어패류 섭취는 총수은 0.3*mg/kg*, 수영 등 물놀이는 대장균 100 *mL*당 500개체와 연결하여 두 빈칸을 각각 대조한다.

**암기 포인트**

어패류는 수은 0.3, 물놀이는 대장균 500이다.

NoteBase

**문 8. 다음 중 유흡착재의 구비 요건에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?**

① 밀도가 높은 것이어야 한다.

② 기름을 흡착한 후에 회수가 쉬워야 한다.

③ 흡수와 흡착률이 높아야 한다.

④ 소수성(Hydrophobic)이어야 한다.

**정답 1번**

**출제 포인트**

유흡착재가 물 위의 기름을 선택적으로 잘 흡수·흡착하고, 회수하기 쉬우려면 어떤 성질을 갖추어야 하는지를 묻는 문제이다.

**핵심 개념**

유흡착재는 유출된 기름을 흡수·흡착하여 제거하는 재료이다. 기름을 잘 포집하면서 물은 잘 흡수하지 않아야 하므로 소수성이어야 하며, 물에 가라앉지 않도록 밀도가 낮고 부력이 커야 한다. 또한 기름 포집량이 많고 사용 후 회수가 쉬워야 한다.

**선지별 해설**

① X — 틀린 표현은 '밀도가 높은 것'이다. 유흡착재는 수면에 떠서 기름을 포집할 수 있도록 밀도가 낮고 부력이 큰 것이 적합하다.
② O — 기름을 포집한 유흡착재를 수면에서 쉽게 거두어야 회수 작업과 후속 처리가 원활하다.
③ O — 기름에 대한 흡수·흡착 성능이 높아야 적은 양의 흡착재로도 많은 기름을 포집할 수 있다.
④ O — 소수성은 물과 잘 섞이거나 젖지 않는 성질이다. 유흡착재가 물보다 기름을 선택적으로 포집하려면 소수성이어야 한다.

**오답 포인트**

기름을 많이 머금으려면 재료가 무거워야 한다고 생각하기 쉽다. 그러나 유흡착재는 수면에 떠 있는 유막을 제거하므로 ①의 '높은 밀도'가 아니라 낮은 밀도와 충분한 부력이 필요하다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

유흡착재의 요건은 '물에는 뜨고, 기름은 잘 포집하며, 물은 잘 흡수하지 않고, 사용 후에는 쉽게 회수되는가'의 네 기준으로 판단한다.

**암기 포인트**

유흡착재는 저밀도·고부력, 소수성, 높은 유흡착성, 쉬운 회수가 핵심이다.

NoteBase

**문 9. 유속이 0.25 m/s인 해상에 길이 100 m, 스커트의 깊이가 0.6 m인 오일펜스를 설치하였을 때 부하량은 375 kgf 이었다. 유속이 점차 빨라져 처음 유속의 2배가 되었을 때 오일펜스가 받는 부하량(kgf)은?**

① 375

② 750

③ 1,170

④ 1,500

**정답 4번**

### 출제 포인트

오일펜스가 흐르는 물에서 받는 부하량은 다른 조건이 같을 때 유속의 제곱에 비례한다는 원리를 이용하는 문제이다.

### 조건 정리

처음 유속: $v_1 = 0.25 m/s$
처음 부하량: $F_1 = 375 kgf$
나중 유속: $v_2 = 2v_1 = 0.50 m/s$
오일펜스의 길이와 스커트 깊이 등 나머지 조건은 같으므로 유속비만 적용한다. 비율 계산에서는 같은 단위가 서로 소거되어 별도의 단위 환산이 필요하지 않다.

### 사용할 공식

유체 저항에 의한 부하량은 유속의 제곱에 비례하므로 다음 관계를 사용한다.
$\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$
오일펜스의 길이, 스커트 깊이, 유체 조건이 변하지 않았으므로 유속이 변할 때의 부하량을 이 비례식으로 구할 수 있다.

### 계산 과정

1. 유속비는 $v_2/v_1 = 0.50/0.25 = 2$이다.
2. 부하량의 비는 유속비의 제곱이므로 $F_2/F_1 = 2^2 = 4$이다.
3. 따라서 나중 부하량은 다음과 같다.
$F_2 = 375 \times 4 = 1{,}500 kgf$

NoteBase

**선지 판단**

① X — 375는 유속이 변하기 전의 부하량이다. 유속이 2배가 되면 부하량은 4배가 되므로 375가 아니라 1,500이다.
② X — 750은 부하량이 유속에 단순 비례한다고 보아 $375 \times 2$로 계산한 값이다. 부하량은 유속의 제곱에 비례하므로 올바른 값은 1,500이다.
③ X — 1,170은 $375 \times (2^2)$의 계산 결과와 일치하지 않는다. 주어진 조건에 따른 올바른 부하량은 1,500이다.
④ O — 유속이 2배가 되어 부하량이 $2^2 = 4$배가 되므로 $375 \times 4 = 1{,}500 kgf$이다.

**오답 포인트**

유속이 2배라는 말만 보고 처음 부하량에 2를 곱하면 ②를 고르게 된다. 이 문제의 핵심은 부하량이 유속에 단순 비례하는 것이 아니라 유속의 제곱에 비례한다는 점이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

오일펜스의 크기와 유체 조건이 같고 유속만 변하면 먼저 유속비를 구한 뒤 그 비를 제곱하여 기존 부하량에 곱한다. 마지막으로 유속이 2배이면 부하량이 4배가 되었는지 검산한다.

**암기 포인트**

유속 2배이면 부하량 4배, 유속 3배이면 부하량 9배이다.

NoteBase

**문 10. 상수관로의 길이 800 m, 내경 200 mm에서 유속이 2 m/s로 흐를 때 관마찰손실수두(m)는? [단, Darcy–Weisbach 공식을 이용, 마찰손실계수(f) = 0.02, 중력가속도(g) = $10\text{m/s}^2$ 임]**

① 16

② 18

③ 24

④ 32

**정답 1번**

**출제 포인트**

Darcy–Weisbach 공식을 이용하여 관의 길이, 내경, 유속, 마찰손실계수로 관마찰손실수두를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: $L = 800\text{m}$, $D = 200\text{mm} = 0.2\text{m}$, $v = 2\text{m/s}$, $f = 0.02$, $g = 10\text{m/s}^2$이다.
구해야 할 값: 관마찰손실수두 $h_f$이다.
주의할 조건: 내경 200mm를 0.2m로 환산해야 한다.

**사용할 공식**

Darcy–Weisbach 공식은 다음과 같다.
$h_f = f\frac{L}{D}\frac{v^2}{2g}$
직선 원형 관에서 마찰로 발생하는 수두 손실을 구하는 조건이므로 이 공식을 사용한다.

**계산 과정**

먼저 길이와 내경의 비는 $L/D = 800/0.2 = 4000$이다.
속도수두는 $v^2/(2g) = 2^2/(2 \times 10) = 0.2\text{m}$이다.
따라서
$h_f = 0.02 \times 4000 \times 0.2 = 16\text{m}$
이다.

**선지 판단**

① O — 계산 결과가 16m이므로 옳다.
② X — ‘18’은 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 16m이다.
③ X — ‘24’는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 16m이다.
④ X — ‘32’는 속도수두의 분모에서 $2g$가 아니라 $g$만 사용하면 나오는 값이다. 올바른 값은 16m이다.

NoteBase

**오답 포인트**

내경을 200m로 그대로 대입하거나, 속도수두 $v^2/(2g)$에서 2를 빠뜨리면 오답이 된다. 특히 ④의 32는 분모의 2를 누락할 때 나오는 값이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

관의 길이와 내경의 단위를 먼저 통일한 뒤 $L/D$와 $v^2/(2g)$를 각각 계산하고, 마지막에 마찰손실계수 $f$를 곱한다.

**암기 포인트**

관마찰손실수두는 $h_f = f(L/D)(v^2/2g)$이며, 내경의 단위 환산과 분모의 $2g$를 함께 확인한다.

NoteBase

**문 11. 다음 중 유처리제에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?**

① 기름의 점성이 큰 경우에 살포하면 효과가 떨어진다.

② 종류에 따라 구성성분 및 조성비의 차이가 있으나 주로 용제, 계면활성제, 첨가제 등으로 구성되어 있다.

③ 해상유출유의 풍화과정이 이루어진 후에 살포하면 효과가 크다.

④ 방제함정에서 살포할 경우 바람을 등지고 살포한다.

**정답 3번**

**출제 포인트**

유처리제의 구성과 살포 조건, 특히 유출유의 점성·풍화 정도가 분산 효과에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

**핵심 개념**

유처리제는 계면활성제 등을 이용하여 해상에 유출된 기름을 작은 방울로 분산시키는 약제이다. 기름의 점성이 낮고 풍화가 덜 진행되어 유동성이 클수록 기름과 잘 섞이므로 처리 효과가 크다. 반대로 증발·유화 등 풍화가 진행되어 점성이 커지면 유처리제가 기름 속으로 침투하고 혼합되기 어려워 효과가 감소한다.

**선지별 해설**

① O. 점성이 큰 기름은 유처리제와 잘 혼합되지 않으므로 살포 효과가 떨어진다.
② O. 유처리제는 제품 종류에 따라 조성비가 다르지만, 일반적으로 용제·계면활성제·첨가제 등으로 구성된다. 용제는 약제의 확산과 침투를 돕고 계면활성제는 기름을 작은 방울로 분산시키는 역할을 한다.
③ X. 틀린 표현은 '풍화과정이 이루어진 후에 살포하면 효과가 크다'이다. 실제로는 유출유의 풍화가 진행될수록 점성과 유화 정도가 커져 유처리제의 효과가 낮아지므로, 풍화가 많이 진행되기 전에 살포해야 효과가 크다.
④ O. 방제함정에서는 바람을 등지고 살포하여 분무된 유처리제가 작업자나 함정 쪽으로 되날리는 것을 줄이고 유막 쪽으로 퍼지게 한다.

**오답 포인트**

③은 풍화가 기름을 잘게 부수어 유처리 효과를 높인다고 오해하게 만든다. 그러나 해상유출유의 풍화는 점도 증가와 유화 등을 일으켜 약제와의 혼합을 어렵게 하므로, '풍화 후 효과 증가'가 아니라 '풍화 진행에 따라 효과 감소'로 판단한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

유처리제의 효과는 기름과 약제가 얼마나 잘 섞이는지를 기준으로 판단한다. 저점도·풍화 전에는 효과가 크고, 고점도·풍화 후에는 효과가 작다.

NoteBase

**암기 포인트**

유처리제는 '묽고 신선한 기름에는 강하고, 끈끈하게 풍화된 기름에는 약하다'로 정리한다.

NoteBase

**문 12. 다음 <보기>에서 설명하는 수질관리 모델은?**

<보기>
하천 및 호수의 부영양화를 고려한 생태계모델로 정적 및 동적인 하천의 수질과 수문학적 특성을 광범위하게 고려한 수질관리모델

① Vollenweider 모델
② QUALE 모델
③ WASPO 모델
④ WQRRS 모델

**정답 4번**

**출제 포인트**

수질관리 모델의 적용 수체와 핵심 모의 기능을 연결하는 문제이다. 하천과 호수의 부영양화를 함께 다루고, 정적·동적 수질 및 수문 특성을 폭넓게 고려한다는 설명은 WQRRS 모델에 해당한다.

**핵심 정리**

Vollenweider 모델: 호수의 영양염류, 특히 인 부하와 부영양화 정도의 관계를 평가하는 경험적 부하 모델이다.
QUALE 모델: 하천을 구간으로 나누어 용존산소, 생화학적 산소요구량 등 수질성분의 종방향 변화를 모의하는 하천 수질모델이다.
WASPO 모델: 수체를 구획하여 오염물질의 이동과 반응에 따른 수질 변화를 모의하는 계열의 모델이다.
WQRRS 모델: 하천과 저수지·호수로 이어지는 수계를 대상으로 수문, 수질, 생태 과정과 부영양화를 연계해 모의하는 수질관리 모델이다.

**선지별 해설**

① X — ‘Vollenweider 모델’이라는 연결이 틀렸다. Vollenweider 모델은 주로 호수의 인 부하와 영양상태의 관계를 평가하는 경험적 부영양화 모델이며, 보기처럼 하천과 호수의 정적·동적 수질 및 수문 특성을 통합하는 모델은 WQRRS이다.
② X — ‘QUALE 모델’이라는 연결이 틀렸다. QUALE 모델은 하천 구간의 수질성분 변화를 모의하는 데 초점을 두며, 보기의 하천·호수 연계 생태계 모델은 WQRRS이다.
③ X — ‘WASPO 모델’이라는 연결이 틀렸다. WASPO 모델은 수체 내 오염물질의 이동과 반응을 구획별로 모의하는 데 초점을 두며, 보기의 하천·호수 수문·수질·생태 통합 설명에 해당하는 모델은 WQRRS이다.
④ O — WQRRS는 Water Quality for River-Reservoir Systems의 약칭이다. 하천과 저수지·호수의 수문 및 수질을 연계하고 부영양화를 포함한 생태 과정을 다루므로 보기와 일치한다.

NoteBase

**출제자가 노린 함정**

Vollenweider와 WASPO도 부영양화 또는 수질 모의와 관련되므로 '부영양화'만 보고 고르기 쉽다. 이 문항의 결정적 표현은 '하천 및 호수', '정적 및 동적', '수질과 수문학적 특성의 광범위한 고려'이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

모델명 문제는 대상 수체와 핵심 기능을 함께 대조한다. 하천과 저수지·호수를 하나의 연계 수계로 보고 수문·수질·생태를 폭넓게 모의하면 WQRRS로 판단한다.

**암기 포인트**

WQRRS = River-Reservoir 연계 수질·수문·생태 모델이다.

NoteBase

**문 13. 폐수처리장의 1차 침전지에서 부유물질의 침강속도가 커지는 경우는? (단, Stokes의 법칙 적용)**

① 부유 입자의 밀도가 작을수록

② 폐수의 점성계수가 클수록

③ 부유 입자의 직경이 클수록

④ 폐수의 밀도가 클수록

**정답 3번**

**출제 포인트**

Stokes의 법칙에서 입자의 침강속도가 입자와 폐수의 밀도 차, 입자 직경의 제곱, 폐수의 점성계수에 따라 어떻게 변하는지를 판단하는 문제이다.

**조건 정리**

부유 입자가 폐수보다 무거워 침강하고, 입자가 작으며 흐름이 층류인 Stokes 영역을 전제로 한다. 다른 조건이 일정할 때 각 물성의 변화가 침강속도에 미치는 영향을 비교한다.

**사용할 공식**

구형 입자의 Stokes 침강속도는 다음과 같다.

$$v_s = \frac{g(\rho_p - \rho_w)d^2}{18\mu}$$

여기서 $v_s$는 침강속도, $g$는 중력가속도, $\rho_p$는 입자 밀도, $\rho_w$는 폐수 밀도, $d$는 입자 직경, $\mu$는 폐수의 점성계수이다. 문제에서 Stokes의 법칙을 적용한다고 명시했으므로 이 식의 비례관계로 판단한다.

**계산 과정**

공식에서 비례관계를 정리하면 $v_s \propto (\rho_p - \rho_w)d^2/\mu$이다. 따라서 밀도 차가 클수록, 입자 직경이 클수록 침강속도는 커지고, 점성계수가 클수록 침강속도는 작아진다. 특히 입자 직경은 제곱으로 반영된다.

**선지 판단**

① X — '부유 입자의 밀도가 작을수록'은 $\rho_p - \rho_w$를 작게 하므로 침강속도가 감소한다. 올바르게는 부유 입자의 밀도가 클수록 침강속도가 커진다.

② X — '폐수의 점성계수가 클수록'은 공식의 분모 $\mu$를 크게 하므로 침강속도가 감소한다. 올바르게는 폐수의 점성계수가 작을수록 침강속도가 커진다.

③ O — 부유 입자의 직경 $d$가 커지면 침강속도는 $d^2$에 비례하여 커진다.

④ X — '폐수의 밀도가 클수록'은 밀도 차 $\rho_p - \rho_w$를 작게 하므로 침강속도가 감소한다. 올바르게는 폐수의 밀도가 작을수록 침강속도가 커진다.

NoteBase

### 오답 포인트

밀도는 입자 밀도 하나만 보는 것이 아니라 입자와 폐수의 밀도 차 $\rho_p - \rho_w$를 보아야 한다. 또한 점성계수는 분모에 있고 입자 직경은 제곱으로 작용한다는 점이 핵심 함정이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

Stokes 침강 문제에서는 먼저 $v_s \propto (\rho_p - \rho_w)d^2/\mu$를 적고, 밀도 차와 직경은 분자, 점성계수는 분모라는 관계로 증가·감소를 판단한다.

### 암기 포인트

침강속도는 '밀도 차에 비례, 직경의 제곱에 비례, 점성에 반비례'한다.

NoteBase

**문 14. 폐수처리장 슬러지의 혐기성소화에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?**

① 장점 : 처리장 동력비와 유지관리비가 적고, 질소와 인의 제거효율이 높다.

② 장점 : 유효한 자원으로 메탄이 생성되고 처리 후 슬러지 생성량이 적다.

③ 단점 : 운영 시 높은 온도(35℃ 또는 55℃ 정도)를 필요로 한다.

④ 특징 : 혐기성소화는 슬러지를 안정화하여 무게와 부피를 감소시킨다.

**정답 1번**

**출제 포인트**

폐수처리장 슬러지의 혐기성 소화가 에너지 소비, 메탄 생성, 잉여 슬러지량, 운전 온도 및 영양염류에 미치는 영향을 구분하는 문제이다.

**핵심 개념**

혐기성 소화는 산소가 없는 조건에서 미생물이 슬러지의 유기물을 분해하여 슬러지를 안정화하고 메탄이 포함된 소화가스를 생성하는 처리이다. 폭기 동력이 필요하지 않고 슬러지 발생량이 비교적 적다는 장점이 있지만, 질소와 인을 높은 효율로 제거하는 공정은 아니다.

**선지별 해설**

① X - 틀린 표현은 '질소와 인의 제거효율이 높다'이다. 혐기성 소화에서는 유기성 질소와 인의 일부가 암모니아성 질소와 인산염 형태로 용출될 수 있으므로 질소·인의 제거효율이 높다고 볼 수 없다. 올바르게는 '폭기 동력이 들지 않아 동력비가 비교적 적지만, 질소와 인의 제거효율은 높지 않다'이다.
② O - 혐기성 분해 과정에서 에너지원으로 이용할 수 있는 메탄이 생성되며, 미생물의 세포 합성량이 적어 호기성 처리보다 잉여 슬러지 생성량이 적다.
③ O - 혐기성 소화는 미생물 활성을 유지하기 위해 가온이 필요하며, 일반적으로 중온 소화는 약 35 ° C, 고온 소화는 약 55 ° C에서 운전한다.
④ O - 혐기성 소화는 슬러지의 분해 가능한 유기물을 줄여 부패성을 낮추고 안정화하므로 슬러지의 무게와 부피가 감소한다.

**오답 포인트**

①은 '동력비와 유지관리비가 적다'는 앞부분이 타당하여 전체가 옳아 보이게 만든 선지이다. 그러나 뒤의 '질소와 인의 제거효율이 높다'는 혐기성 소화의 장점이 아니므로 선지 전체는 옳지 않다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

혐기성 소화의 선지는 '무산소 조건·메탄 회수·적은 잉여 슬러지·가온 필요·슬러지 안정화'에 해당하는지 확인한다. 질소와 인의 고효율 제거를 대표 장점으로 제시하면 틀린 설명으로 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

혐기성 소화는 메탄 생성과 슬러지 감량에는 유리하지만, 질소·인 제거효율이 높은 공정은 아니다.

NoteBase

**문 15. 어느 공장폐수의 BOD를 측정하였을 때 초기 DO는 8.4 mg/L이고, 이를 20°C에서 5일간 보관 후 측정한 DO는 3.2 mg/L였다. 이 폐수를 BOD제거율이 90%가 되는 활성슬러지 처리시설에서 처리하였을 경우 방류수의 BOD(mg/L)는? (단, BOD측정 시의 희석배율은 50배)**

① 20

② 26

③ 28

④ 32

**정답 2번**

**출제 포인트**

희석한 시료의 용존산소 감소량으로 원폐수의 BOD를 구한 뒤, 제거율을 적용하여 방류수의 BOD를 계산하는 문제이다.

**조건 정리**

초기 DO: $8.4mg/L$
5일 후 DO: $3.2mg/L$
희석배율: 50배
BOD 제거율: 90%
방류수에 남는 BOD 비율: $1 - 0.90 = 0.10$

**사용할 공식**

BOD_5, 원폐수=(DO_초기-DO_5일 후)× 희석배율
BOD_방류수=BOD_원폐수×(1-제거율)
희석 시료에서 측정한 DO 감소량은 원폐수보다 희석배율만큼 작으므로 희석배율을 곱한다. 처리시설이 BOD의 90%를 제거하면 방류수에는 원래 BOD의 10%가 남는다.

**계산 과정**

1. 5일 동안의 DO 감소량은 $8.4 - 3.2 = 5.2mg/L$이다.
2. 원폐수의 BOD는 $5.2 \times 50 = 260mg/L$이다.
3. 방류수의 BOD는 $260 \times 0.10 = 26mg/L$이다.

NoteBase

**선지 판단**

① X — 20*mg/L*는 계산 결과와 다르다. 희석배율과 제거 후 잔존율을 모두 적용하면 26*mg/L*이다.
② O — 계산된 방류수 BOD 26*mg/L*와 일치한다.
③ X — 28*mg/L*는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 26*mg/L*이다.
④ X — 32*mg/L*는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 26*mg/L*이다.

**오답 포인트**

제거율 90%를 그대로 곱해 제거된 BOD를 구하는 것이 아니라, 방류수에 남은 BOD를 묻고 있으므로 잔존율 10%를 곱해야 한다. 또한 DO 감소량 5.2*mg/L*에 희석배율 50을 먼저 적용해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 초기 DO-최종 DO에 희석배율을 곱해 유입 BOD를 구하고, 방류수 농도에는 1-제거율을 곱한다.

**암기 포인트**

BOD는 DO 감소량×희석배율, 처리 후 잔존량은 유입량×(1-제거율)이다.

NoteBase

**문 16. 하수처리시설에서 오존과 자외선 소독에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?**

① 오존 소독은 탈취, 탈색 효과는 크지만 전력비용이 과다하다.

② 오존 소독은 경제성이 좋으나 유지관리가 어렵다.

③ 자외선 소독은 잔류독성이 없고 안전성이 높다.

④ 자외선 소독은 요구되는 공간이 작지만 소독의 성공여부를 즉시 측정할 수 없다.

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 오존 소독과 자외선 소독의 효과, 경제성, 안전성 및 운전 특성을 비교하는 문제이다.

**핵심 개념**

오존 소독은 현장에서 오존을 발생시켜 강한 산화력으로 미생물을 불활성화하는 방식이다. 탈취·탈색 효과가 크지만 오존 발생에 많은 전력이 들어 경제성이 낮고 설비의 운전·유지관리가 복잡하다.
자외선 소독은 자외선을 조사하여 미생물의 핵산을 손상시키는 방식이다. 약품성 잔류물이 없어 잔류독성이 없고 필요한 공간이 작지만 잔류 소독효과가 없으며 소독 성공 여부를 즉시 확인하기 어렵다.

**선지별 해설**

① O — 오존은 강한 산화력으로 냄새와 색도 유발 물질을 제거하는 효과가 크다. 다만 오존을 현장에서 발생시키는 데 많은 전력이 필요하므로 전력비용이 많이 든다.
② X — 틀린 표현은 '경제성이 좋으나'이다. 오존 소독은 오존 발생기의 전력 소모와 설비비 때문에 경제성이 낮고, 운전·유지관리도 어렵다고 고쳐야 한다.
③ O — 자외선은 소독약품을 물에 주입하는 방식이 아니므로 약품성 잔류물이 남지 않아 잔류독성이 없고, 염소계 소독과 비교할 때 취급상 안전성이 높다.
④ O — 자외선 설비는 접촉조가 크게 필요하지 않아 소요 공간이 작다. 그러나 처리수에 소독제가 잔류하지 않으므로 소독의 성공 여부를 잔류농도로 즉시 측정할 수 없다.

**오답 포인트**

②는 오존 소독의 '유지관리가 어렵다'는 맞는 특징을 뒤에 붙여 앞부분의 오류를 감춘 선지이다. 오존은 탈취·탈색 효과가 크지만 전력 소모와 설비비가 커 경제성이 좋지 않다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

오존은 '강한 산화력·탈취·탈색'과 '높은 전력비·복잡한 유지관리'를 한 묶음으로 판단한다. 자외선은 '무약품성·무잔류독성·작은 공간'과 '잔류효과 없음·즉시 확인 곤란'을 한 묶음으로 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

오존은 효과는 강하지만 비용이 크고, 자외선은 깨끗하고 공간이 작지만 잔류효과가 없다.

NoteBase

**문 17. 예상 BOD값에 대한 사전 데이터(또는 경험)가 없을 때, 희석하여 시료를 조제하는 방법으로 가장 적당한 것은?**

① 오염된 하천수 : 5 ~ 20%

② 처리하지 않은 공장폐수 : 10 ~ 20%

③ 오염정도가 심한 공장폐수 : 0.1 ~ 1.0%

④ 처리하여 방류된 공장폐수 : 30 ~ 50%

**정답 3번**

**출제 포인트**

예상 BOD값을 모를 때 시료의 오염 정도에 따라 희석검액에 넣는 시료 함유율을 구분하는 문제이다.

**핵심 개념**

BOD는 미생물이 물속 유기물을 분해하면서 소비하는 산소량을 나타낸다. 오염이 심해 예상 BOD가 높을수록 배양 중 용존산소가 지나치게 고갈되지 않도록 시료 함유율을 낮춘다. 대표적인 시료 함유율은 강한 공장폐수 0.1~1.0%, 처리하지 않은 공장폐수와 침전된 하수 1~5%, 처리하여 방류된 공장폐수 5~25%, 오염된 하천수 25~100%이다.

**선지별 해설**

① X — 오염된 하천수의 시료 함유율을 5~20%로 제시한 부분이 틀렸다. 올바른 범위는 25~100%이다.
② X — 처리하지 않은 공장폐수의 시료 함유율을 10~20%로 제시한 부분이 틀렸다. 올바른 범위는 1~5%이며, 침전된 하수에도 같은 범위를 적용한다.
③ O — 오염 정도가 심한 강한 공장폐수는 희석검액에 시료가 0.1~1.0% 함유되도록 강하게 희석한다.
④ X — 처리하여 방류된 공장폐수의 시료 함유율을 30~50%로 제시한 부분이 틀렸다. 올바른 범위는 5~25%이다.

**오답 포인트**

선지의 백분율은 물을 얼마나 넣는지를 뜻하는 희석배수가 아니라 희석검액 속 시료의 함유율이다. 따라서 오염이 심한 공장폐수일수록 숫자가 작고, 상대적으로 오염이 약한 하천수일수록 숫자가 크다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 시료를 오염이 강한 순서대로 배열한 뒤 시료 함유율이 그 반대 순서로 커지는지 확인한다. 강한 공장폐수 0.1~1.0% → 무처리 공장폐수·침전하수 1~5% → 처리 방류 공장폐수 5~25% → 오염 하천수 25~100%의 순서이다.

NoteBase

**암기 포인트**

오염은 강할수록 시료는 적게 넣는다: 강공 0.1~1, 무처리 1~5, 처리 5~25, 하천 25~100이다.

NoteBase

**문 18. 폐수처리장의 슬러지 농축방법 간 비교표이다. 가장 옳지 않은 것은?**

① 구분: 설치비, 중력식 농축: 많다, 부상식 농축: 중간, 원심분리 농축: 적다, 중력벨트 농축: 적다

② 구분: 설치면적, 중력식 농축: 중간, 부상식 농축: 크다, 원심분리 농축: 중간, 중력벨트 농축: 작다

③ 구분: 동력비, 중력식 농축: 적다, 부상식 농축: 중간, 원심분리 농축: 많다, 중력벨트 농축: 중간

④ 구분: 장점, 중력식 농축: 약품을 사용하지 않음, 부상식 농축: 잉여 슬러지에 효과적, 원심분리 농축: 고농도로 농축 가능, 중력벨트 농축: 고농도로 농축 가능

**정답 2번**

**출제 포인트**

슬러지 농축방법별 설치비·설치면적·동력비와 대표 장점을 비교하는 문제이다.

**핵심 개념**

중력식 농축은 슬러지를 중력으로 침강시켜 농축하는 방식이다. 구조와 운전은 단순하지만 큰 농축조가 필요하다.
부상식 농축은 미세기포에 슬러지를 붙여 수면으로 부상시키는 방식으로, 침강성이 낮은 잉여 슬러지에 효과적이다.
원심분리 농축은 원심력으로 고형물과 물을 분리하므로 작은 면적에서 고농도 농축이 가능하지만 동력비가 크다.
중력벨트 농축은 약품으로 조정한 슬러지를 이동식 여과벨트 위에서 중력 배수하여 농축하는 방식으로, 설치비와 설치면적이 비교적 작고 고농도 농축이 가능하다.

**선지별 해설**

① O — 설치비는 중력식이 많고, 부상식이 중간이며, 원심분리식과 중력벨트식은 적은 것으로 비교한다. 중력식은 큰 조와 토목구조물이 필요하므로 설치비가 크게 평가된다.
② X — 틀린 부분은 네 방식의 설치면적 비교이다. 실제로는 중력식이 크고, 부상식이 중간이며, 원심분리식이 작고, 중력벨트식이 중간이다. 선지의 '중력식 중간·부상식 크다·원심분리식 중간·중력벨트식 작다'는 잘못된 배열이다.
③ O — 동력비는 중력을 이용하는 중력식이 적고, 고속 회전이 필요한 원심분리식이 많으며, 부상식과 중력벨트식은 중간이다.
④ O — 중력식은 약품 없이 운전할 수 있고, 부상식은 침강성이 낮은 잉여 슬러지에 효과적이다. 원심분리식과 중력벨트식은 모두 비교적 고농도로 농축할 수 있으므로 장점의 연결이 옳다.

**오답 포인트**

②는 설치면적이 작은 기계식 농축의 이미지를 중력벨트식에만 적용하도록 유도한다. 그러나 비교표에서는 원심분리식이 가장 작고, 큰 농축조가 필요한 중력식이 가장 크며, 부상식과 중력벨트식은 중간이다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

비용·면적·동력을 각각 따로 비교한다. 설치비는 중력식이 크고, 설치면적은 '중력식 크다－부상식·중력벨트식 중간－원심분리식 작다', 동력비는 '중력식 작다－부상식·중력벨트식 중간－원심분리식 크다'로 판단한다.

**암기 포인트**

면적은 중력이 가장 크고 원심이 가장 작으며, 동력은 그 반대이다.

NoteBase

**문 19. 수처리에 사용하는 응집제에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?**

① 응집제는 수중 콜로이드 입자의 전하를 중화하고 콜로이드 입자 사이를 연결하는 역할을 한다.

② 알루미늄염은 대량주입이 가능하나 저수온 시 응집효과가 떨어지고 생성 플록의 비중이 가볍다.

③ 철염은 황화수소 제거가 가능하나 철 이온이 색도를 유발하고 부식성이 강한 단점이 있다.

④ PAC(Poly Aluminum Chloride)는 정수보다 하수처리에서 많이 이용되고 응집보조제와 보온장치가 필요한 단점이 있다.

**정답 4번**

**출제 포인트**

응집의 기본 원리와 알루미늄염·철염·PAC의 용도 및 장단점을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

응집제는 미세한 콜로이드 입자의 전하를 중화하고 입자들이 서로 뭉쳐 침전하기 쉬운 플록을 만들도록 하는 약품이다.
일반 알루미늄염은 저수온에서 응집 성능이 저하되고 비교적 가벼운 플록을 형성할 수 있다. 철염은 무거운 플록을 만들고 황화수소 제거에도 이용되지만 색도와 부식 문제가 생길 수 있다. PAC는 미리 중합된 알루미늄계 응집제로, 정수처리에 널리 쓰이며 저수온에서도 비교적 응집 효과가 좋다.

**선지별 해설**

① O — 응집제는 콜로이드 입자의 전하를 중화하여 입자 사이의 반발력을 줄이고, 입자 간 가교 작용을 통해 더 큰 플록이 형성되도록 한다.
② O — 일반 알루미늄염은 비교적 많은 양을 주입할 수 있지만, 저수온에서는 반응과 플록 형성이 불리하고 생성 플록의 비중도 비교적 가볍다.
③ O — 철염은 황화수소를 불용성 황화철 형태로 제거하는 데 이용될 수 있다. 다만 잔류 철 이온이 색도를 유발할 수 있고 부식성이 강하다는 단점이 있다.
④ X — 틀린 표현은 '정수보다 하수처리에서 많이 이용되고 응집보조제와 보온장치가 필요하다'이다. PAC는 정수처리에 널리 이용되며 저수온에서도 응집 효과가 비교적 좋아 응집보조제나 보온장치의 필요성을 줄일 수 있다.

**오답 포인트**

④는 PAC의 장점을 단점으로 뒤집었다. '정수처리에 널리 사용', '저수온에서도 비교적 양호한 응집', '보조제·보온 부담 감소'가 PAC를 판별하는 핵심 표현이다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

응집제 선지에서는 먼저 공통 원리인 전하 중화와 가교 작용을 확인한 뒤, 일반 알루미늄염의 저수온 취약성, 철염의 황화수소 제거·색도·부식성, PAC의 정수처리 활용·저수온 적응성을 구분한다.

**암기 포인트**

알루미늄염은 저수온에 약하고 플록이 가벼우며, 철염은 황화수소 제거와 색도·부식, PAC는 정수처리와 저수온 응집에 연결된다.

NoteBase

**문 20. 폐수처리장에서 4%(V/V %) 고형물 함량의 슬러지 30 $m^3$을 12%(V/V %) 고형물 함량의 슬러지 케이크로 탈수하면 탈수케이크의 용적은? (단, 슬러지 비중은 1.0)**

① 10 $m^3$
② 12 $m^3$
③ 15 $m^3$
④ 18 $m^3$

**정답 1번**

**출제 포인트**

탈수 전후에 보존되는 고형물의 용적을 이용하여 슬러지 케이크의 용적을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 원슬러지 용적은 $30m^3$, 원슬러지의 고형물 함량은 4%, 탈수케이크의 고형물 함량은 12%이다.
구해야 할 값: 탈수케이크의 용적이다.
주의할 조건: 함량이 $V/V$ 기준이므로 용적과 용적분율을 곱하며, 탈수 과정에서 고형물의 양은 보존된다고 본다.

**사용할 공식**

고형물 용적수지는 다음과 같다.
$V_1C_1 = V_2C_2$
따라서 탈수케이크 용적은 다음과 같다.
$V_2 = \frac{V_1C_1}{C_2}$
탈수에서는 주로 물이 제거되고 고형물은 케이크에 남으므로 탈수 전후의 고형물 용적을 같게 두는 공식이다.

**계산 과정**

1. 원슬러지에 포함된 고형물 용적은 $30m^3 \times 0.04 = 1.2m^3$이다.
2. 탈수케이크의 12%가 고형물이므로 $0.12V_2 = 1.2m^3$이다.
3. 따라서 $V_2 = 1.2/0.12 = 10m^3$이다.

**선지 판단**

① O — 계산 결과가 $10m^3$이므로 옳다.
② X — $12m^3$는 고형물 용적수지로 얻은 값이 아니다. 올바른 탈수케이크 용적은 $10m^3$이다.
③ X — $15m^3$는 $30 \times 0.04/0.12$의 계산 결과와 다르다. 올바른 탈수케이크 용적은 $10m^3$이다.
④ X — $18m^3$는 고형물 함량 증가를 정확히 반영하지 않은 값이다. 올바른 탈수케이크 용적은 $10m^3$이다.

NoteBase

**오답 포인트**

고형물 함량이 4%에서 12%로 3배가 되므로, 고형물의 양이 일정할 때 전체 용적은 반대로 3분의 1이 된다. 함량이 증가했다는 이유로 케이크 용적도 증가한다고 판단하거나 4와 12를 소수로 바꾸지 않고 임의로 빼는 것이 함정이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

농축·탈수 전후 문제에서는 먼저 보존되는 고형물량을 찾고, $V_1C_1 = V_2C_2$를 세운 뒤 함량을 소수로 바꾸어 계산한다. 마지막에는 고형물 함량이 커졌으므로 전체 용적이 작아졌는지 검산한다.

**암기 포인트**

고형물 보존에서는 용적과 고형물 함량이 반비례한다. 함량이 3배이면 용적은 3분의 1이다.

NoteBase